

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**MAPA DE GRADO DE DESEMPEÑO (PG) PARA LIGANTES
ASFÁLTICOS SEGÚN CLASIFICACIÓN SUPERPAVE,
APLICADO EN LAS REGIONES LIMA, ANCASH E ICA**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADA POR:

Bach. ALCALÁ PASCUAL, RENATO FÉLIX

Bach. DELGADO RAMIREZ, CARLOS JOSHEF NICOLAS

Asesor: M. Sc. Ing. NÉSTOR W. HUAMÁN GUERRERO

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi madre Isabel y mis hermanos, por siempre apoyarme incondicionalmente para lograr todas mis metas.

Renato Félix Alcalá Pascual

A mis padres Henry y Ana por siempre estar apoyándome en toda esta etapa, a mi hermano por estar conmigo siempre y a toda mi familia en general por darme apoyo y fuerzas.

Carlos Joshef Nicolas Delgado Ramirez

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias y todas las personas que nos apoyaron y dieron fuerzas en esta etapa, al Ingeniero Néstor Huamán por guiarnos y darnos la mejor asesoría en este trabajo de investigación. Gracias a la Universidad Ricardo Palma por darnos las mejores enseñanzas en toda nuestra vida universitaria.

Renato Félix Alcalá Pascual
Carlos Joshef Nicolas Delgado Ramirez

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	14
1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1. Descripción del problema	17
1.2. Formulación del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Importancia y justificación del estudio	19
1.4. Limitaciones de estudio.....	19
1.5. Objetivos General y Específicos	20
1.5.1. Objetivo general.....	20
1.5.2. Objetivos específicos	20
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1. Marco histórico.	21
2.2. Antecedentes de la investigación	22
2.2.1. Investigaciones Nacionales.....	22
2.2.2. Investigaciones Internacionales	24
2.3. Estructura conceptual teórica	28
2.3.1. Ligante Asfáltico.....	28
2.3.2. Método Superpave	29
2.3.3. Mapa de Grado de Desempeño (PG)	43
2.4. Definición de Términos Básicos	49
3. CAPITULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	51
3.1. Hipótesis.....	51
3.1.1. Hipótesis general.....	51

3.1.2.	Hipótesis específicas.....	51
3.2.	Identificación de variables	51
3.2.1.	Definición conceptual de las variables	51
3.2.2.	Operacionalización de las variables.....	52
4.	CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	53
4.1.	Tipo y nivel de investigación	53
4.2.	Población, Muestra o participante.....	53
4.3.	Diseño muestral.....	54
4.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
4.5.	Procedimientos para la recolección de datos	54
4.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	54
5.	CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	55
5.1.	Selección de estaciones climáticas.....	55
5.2.	Data de las Estaciones Climáticas dentro de las Regiones Lima, Ancash e Ica	59
5.3.	Calculo de Temperaturas según su Grado de Confiabilidad.....	64
5.3.1.	Temperaturas Máximas y Mínimas del Aire: Confiabilidad 50% y 98% .	64
6.	CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS.....	73
6.1.	Generación de Mapa de Grado de Desempeño (PG) en ArcGIS	73
6.1.1.	Cálculo de Grado de Desempeño (PG).....	73
6.1.2.	Delimitación de Zonas por Grado de Desempeño (PG)	92
6.2.	Corrección del Grado de Desempeño (PG) en función al nivel de tráfico y velocidad.....	99
6.2.1.	Lima	99
6.2.2.	Ancash	102
6.2.3.	Ica.....	106
6.3.	Comparación del Grado de Desempeño (PG) por modelo matemático.....	108
6.3.1.	Lima	109

6.3.2.	Ancash	110
6.3.3.	Ica.....	111
6.4.	Contrastación de Hipótesis.....	112
6.4.1.	Hipótesis Especifica 1:.....	112
6.4.2.	Hipótesis Especifica 2:.....	112
6.4.3.	Hipótesis Especifica 3:.....	113
CONCLUSIONES		114
RECOMENDACIONES.....		116
REFERENCIAS.....		117
ANEXOS		122

Lista de Tablas

Tabla N° 1. Tipos de clima según Thornthwaite para la Región Lima.....	47
Tabla N° 2. Tipos de clima según Thornthwaite para la Región Ancash	47
Tabla N° 3. Tipos de clima según Thornthwaite para la Región Ica	48
Tabla N° 4. Operacionalización de variables	52
Tabla N° 5. Información Geográfica de las E.C en la Región Lima.....	59
Tabla N° 6. Información Geográfica de las E.C en la Región Ancash	60
Tabla N° 7. Información Geográfica de las E.C en la Región Ica	61
Tabla N° 8. Temperaturas Promedio de las E.C en la Región Lima.....	62
Tabla N° 9. Temperaturas Promedio de las E.C en la Región Ancash	63
Tabla N° 10. Temperaturas Promedio de las E.C en la Región Ica	63
Tabla N° 11. Temperaturas máx. y mín. mensual de la EC de Canta – Lima. 1997-2017	65
Tabla N° 12. Temper. máx. y mín. mens. EC: 7meses calientes/7meses frios.1997-2017	66
Tabla N° 13. Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Canta – Lima. 1997-2017.....	67
Tabla N° 14. TMAXar y TMINar con confiabilidad 50%. Regiones: Lima, Ancash e Ica	68
Tabla N° 15. Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Canta – Lima. 1997-2017.....	69
Tabla N° 16. TMAXar y TMINar con confiabilidad 98%. Regiones: Lima, Ancash e Ica	70
Tabla N° 17. TMAXar y TMINar con un 98% de confiabilidad de la Región Lima.	73
Tabla N° 18. Temperaturas máx con el modelo SHRP original (1994) - Lima.....	76
Tabla N° 19. Temperaturas mín con el modelo C-SHRP original (1994) - Lima	77
Tabla N° 20. Temperaturas máx con el modelo LTPP (1996) - Lima.....	78
Tabla N° 21. Temperaturas mín con el modelo LTPP (1996) - Lima.....	79
Tabla N° 22. Temperaturas mín con el modelo LTPP (1998-2000) - Lima	80
Tabla N° 23. Temperaturas máx con el modelo LTPP (2004) - Lima.....	81
Tabla N° 24. Grado de Desempeño (PG) de la Región Lima	82
Tabla N° 25. Temperaturas máx con el modelo SHRP original (1994) - Ancash	83
Tabla N° 26. Temperaturas mín con el modelo C-SHRP original (1994) - Ancash.....	84
Tabla N° 27. Temperaturas máx con el modelo LTPP (1996) - Ancash	84
Tabla N° 28. Temperaturas mín con el modelo LTPP (1996) - Ancash.....	85
Tabla N° 29. Temperaturas mín con el modelo LTPP (1998-2000) - Ancash.....	86

Tabla N° 30. Temperaturas máx con el modelo LTPP (2004) - Ancash	86
Tabla N° 31. Grado de Desempeño (PG) de la Región Ancash.....	87
Tabla N° 32. Temperaturas máx con el modelo SHRP original (1994) - Ica	88
Tabla N° 33. Temperaturas mín con el modelo C-SHRP original (1994) - Ica	88
Tabla N° 34. Temperaturas máx con el modelo LTPP (1996) - Ica	89
Tabla N° 35. Temperaturas mín con el modelo LTPP (1996) - Ica	90
Tabla N° 36. Temperaturas mín con el modelo LTPP (1998-2000) - Ica.....	90
Tabla N° 37. Temperaturas máx con el modelo LTPP (2004) - Ica	91
Tabla N° 38. Grado de Desempeño (PG) de la Región Ica.....	92
Tabla N° 39. Comparación GD temper. máx. y mín.: Modelos SHRP y LTPP, Lima.	109
Tabla N° 40. Comparación GD a temper. máx. y mín.: Modelos SHRP y LTPP,Ancash.	110
Tabla N° 41. Comparación GD a temper. máx. y mín: Modelos SHRP y LTPP, Ica...	111

Lista de Figuras

Figura N° 1. Horno de película delgada.....	31
Figura N° 2. Método Superpave de Envejecimiento Acelerado	32
Figura N° 3. Reología del Asfalto.....	33
Figura N° 4. Viscosímetro cilíndrico rotacional coaxial Brookfield	34
Figura N° 5. Reómetro de viga de flexión (BBR).....	35
Figura N° 6. Ensayo de Tensión Directa (DTT)	35
Figura N° 7. Grado de Desempeño de Ligante Asfáltico.....	36
Figura N° 8. Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales de construcción.	37
Figura N° 9. Temperatura observada del aire	39
Figura N° 10. Ajuste del Grado de Desempeño (PG)	43
Figura N° 11. Mapa Climático según Thornthwaite: Regiones Lima, Ancash e Ica	46
Figura N° 12. Mapa Provincial de Lima con las estaciones climáticas	56
Figura N° 13. Mapa Provincial de Ancash con las estaciones climáticas.....	57
Figura N° 14. Mapa Provincial de Ica con las estaciones climáticas.....	58
Figura N° 15. Ejemplo 01, criterios de zonificación. Parte 1.	93
Figura N° 16. Ejemplo 01, criterios de zonificación. Parte 2.	94
Figura N° 17. Ejemplo 02, criterios de zonificación. Parte 1.	95
Figura N° 18. Ejemplo 02, criterios de zonificación. Parte 2.	95
Figura N° 19. Mapa Grado Desempeño (PG): Región Lima a 98% de Confiabilidad. ..	96
Figura N° 20. Mapa Grado Desempeño (PG): Región Ancash a 98% de Confiabilidad	97
Figura N° 21. Mapa Grado Desempeño (PG): Región Ica a 98% de Confiabilidad.....	98
Figura N° 22. Tabla de cálculos del ESAL (Oyón-Lima).....	99
Figura N° 23. Velocidades de Diseño (Oyón-Lima).....	100
Figura N° 24. Ubicación de la Zona de Estudio 01, de la Región Lima.	101
Figura N° 25. Tabla de cálculos del ESAL-Ancash.....	102
Figura N° 26. Velocidad de Tramo Pontón Quebrada Seca-Puente Santa (Km./hora)..	103
Figura N° 27. Ubicación de la Zona de Estudio 02, de la Región Ancash.	104
Figura N° 28. ESAL de Diseño-Ica.....	106
Figura N° 29. Ubicación de la Zona de Estudio 03, de la Región Ica	107

Anexos

Anexo N° 1: Temperat. máx. y mín. mensual, EC Lomas de Lanchay–Lima.1997-2017	123
Anexo N° 2: Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huayan – Lima. 1997-2017	124
Anexo N° 3:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Alcantarilla – Lima. 1997-2017	125
Anexo N° 4:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Picoy – Lima. 1997-2017	126
Anexo N° 5:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Pampa Libre–Lima. 1997-2017..	127
Anexo N° 6:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Camay – Lima. 1997-2017 ..	128
Anexo N° 7:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Oyón – Lima. 1997-2017.....	129
Anexo N° 8:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Ñaña – Lima. 1997-2017.....	130
Anexo N° 9:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Cajatambo– Lima. 1997-2017	131
Anexo N° 10:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Paramonga – Lima. 1997-2017	132
Anexo N° 11:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huarangal – Lima. 1997-2017	133
Anexo N° 12:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Matucana – Lima. 1997-2017	134
Anexo N° 13:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Canta – Lima. 1997-2017 ..	135
Anexo N° 14:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC La Capilla 2 – Lima. 1997-2017	136
Anexo N° 15:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Vilca – Lima. 1997-2017...	137
Anexo N° 16:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Yauyos – Lima. 1997-2017.	138
Anexo N° 17:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Pacarán – Lima. 1997-2017.	139
Anexo N° 18:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Sosci Cañete–Lima. 1997-2017	140
Anexo N° 19:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Chamana – Ancash. 1997-2017	141

Anexo N° 20:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Buena Vista–Ancash. 1997-2017	142
Anexo N° 21:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Aija – Ancash. 1997-2017	143
Anexo N° 22:Temperat. máx. y mín. mens., EC Antúnez Mayolo–Ancash.1997-2017	144
Anexo N° 23:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huarmey – Ancash. 1997-2017	145
Anexo N° 24:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Recuay – Ancash. 1997-2017	146
Anexo N° 25:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Yungay – Ancash. 1997-2017	147
Anexo N° 26:Temperat. máx. y mín. mens., EC de Huacatambo – Ancash. 1997-2017	148
Anexo N° 27:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Malvas – Ancash. 1997-2017	149
Anexo N° 28:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Chiquian–Ancash. 1997-2017..	150
Anexo N° 29:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huamaní – Ica. 1997-2017	151
Anexo N° 30:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Hacienda Bernales–Ica.1997-2017	152
Anexo N° 31:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huancano – Ica. 1997-2017.	153
Anexo N° 32:Temperaturas máx. y mín. mens, EC San Pedro Huacarpana–Ica.1997-2017	154
Anexo N° 33:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC San Huan de Yanac–Ica.1997-2017	155
Anexo N° 34:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Palpa – Ica. 1997-2017	156
Anexo N° 35:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Ocucaje– Ica. 1997-2017.....	157
Anexo N° 36:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Pampa Blanca– Ica. 1997-2017	158
Anexo N° 37:Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de San Camilo– Ica. 1997-2017	159
Anexo N° 38:Matriz de consistencia.....	160

RESUMEN

La investigación sobre “Mapa de grado de desempeño (PG) para ligantes asfálticos según clasificación Superpave, aplicado en las regiones Lima, Ancash e Ica”, constituye un primer paso en la aplicación de la metodología Superpave, para la selección y evaluación de ligantes asfálticos en el Perú, como una respuesta a la necesidad de considerar factores climáticos en las provincias de Lima, Ica y Ancash como condiciones que afectan de manera directa a los pavimentos de las carreteras que se construyen dentro de las regiones mencionadas. Como primer punto se recopiló una base de datos climática a partir de datos de temperatura máxima y mínima, y medias diarias durante un periodo continuo de 20 años correspondientes a las estaciones meteorológicas distribuidas en las tres regiones en estudio. Evaluados los datos de temperatura se pudieron observar gradientes diarios elevados de temperatura entre las máximas y mínimas registradas como se esperaba de una zona con condiciones tan extremas, a continuación, se desarrolló el mapa de Grado de Desempeño con factores estadísticos de confiabilidad a partir de los modelos matemáticos SHRP y LTPP. Para la Delimitación de Zonas por Grado de Desempeño se partieron de dos criterios: el Mapa Climático del Perú de acuerdo a la clasificación de climas de Warren Thornthwaite, y las Curvas de Nivel definidas cada 100 m de altura. Además, se muestra como valor agregado, los resultados comparativos del PG de algunas zonas de las tres regiones según los modelos matemáticos de SHRP (1994), LTPP (1996), LTPP (1998-2000) y LTPP (2004).

Palabras Claves: Desempeño de ligante asfáltico, Superpave, Mapa de Grado de Desempeño (PG), Grado de Desempeño (PG)

ABSTRACT

The research on "Map of performance grade (PG) for asphalt binders according to Superpave classification, applied in the Lima, Ancash and Ica regions", constitutes a first step in the application of the Superpave methodology, for the selection and evaluation of asphalt binders in Peru, as a response to the need to consider climatic factors in the provinces of Lima, Ica and Ancash as conditions that directly affect the pavements of the roads that are built within the mentioned regions. As a first point, a climatic database was compiled from maximum and minimum temperature data, and daily averages during a continuous period of 20 years corresponding to the meteorological stations distributed in the three regions under study. Once the temperature data was evaluated, it was possible to observe high daily temperature gradients between the maximum and minimum registered as expected in an area with such extreme conditions, then the Performance Degree map was developed with statistical reliability factors from the SHRP and LTPP mathematical models. For the Delimitation of Zones by Degree of Performance, two criteria were used: the Climate Map of Peru according to the Warren Thornthwaite climate classification, and the Level Curves defined every 100 m of height. In addition, the comparative results of the GP of some areas of the three regions are shown as an added value according to the mathematical models of SHRP (1994), LTPP (1996), LTPP (1998-2000) and LTPP (2004).

Key Words: Asphalt binder performance, SUPERPAVE, Performance Grade Map (PG), Performance Grade (PG)

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se viene incrementando el uso de materiales de ligantes asfálticos en la construcción de pavimentos tanto a nivel nacional como internacional, puesto que el tipo de ligante permita que el pavimento presente un mejor comportamiento a lo largo de su vida útil, razón por la cual las autoridades en cargadas de las infraestructuras viales vienen impulsando su uso, influyendo directamente en el desarrollo de los países.

En la elección de los ligantes asfálticos viene asociada al desembolso de grandes cantidades de presupuesto para llevar a cabo las inversiones en la mejora e incremento de infraestructuras viales tanto para las redes troncales como para las redes locales, por eso, es determinante que se planifique, organice y se controle todas las fases que componen un proyecto de infraestructura vial, dado que cada una de ellas presenta una relevancia particular desde el inicio de los modelos de pre inversión, el diseño del pavimento, la etapa constructiva y la etapa de mantenimiento de las mismas.

El territorio del Perú presenta una variedad de regiones, con características geográficas distintas, con una diversidad de climas y microclimas, como se da en las regiones de Lima, Ancash e Ica, las cuáles presentan microclimas con temperaturas que fluctúan entre templadas y cálidas, que les proporcionan características y condiciones específicas en lo que respecta a sus factores de temperatura, de altitud sobre el nivel del mar, de radiación solar y condiciones climáticas extremas.

El proceso de diseño de pavimentos presenta una fase del cálculo de los espesores de las distintas capas que componen el paquete estructural, para que sea de paso al cálculo de los componentes del concreto asfáltico en lo que respecta a la cantidad y granulometría de los agregados que lo componen y por último la elección del ligante asfáltico a emplear como ligante de la mezcla que compone el concreto asfáltico, el cual estará acorde del desempeño adecuado a la zona climática en donde se construya la infraestructura vial.

El presente trabajo se centra en el método para la elección del ligante asfáltico que, actualmente se siguen utilizando en su elección métodos que se fundamentan en parámetros netamente empíricos de consistencia como es las medidas de consistencia ya

sea por penetración y/o viscosidad, que tuvieron su origen bajo limitaciones tecnológicas de la época en la que fueron desarrollados, encontrándose bastante limitados a la hora de reproducir las condiciones reales a las que se verá sometido el ligante asfáltico durante su vida útil, de forma concreta en el periodo inicial y de puesta en servicio de la misma.

A continuación, presentamos los contenidos por capítulos de la investigación:

CAPÍTULO I. Se desarrolló el planteamiento de estudio, en donde se describió la realidad problemática, la formulación del problema, la justificación e importancia de la investigación, y las limitaciones de la investigación y se establecieron los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO II. Se desarrolló el marco histórico, las investigaciones relacionadas con el tema, su estructura conceptual teórica de las variables con lo expuestos por autores que han desarrollado teorías sobre el tema y se muestra la definición de términos básicos.

CAPÍTULO III. Se detalló la hipótesis, se identificaron las variables, tanto por su definición conceptual como por la operacionalización de las mismas.

CAPÍTULO IV. Se desarrolló la metodología de la investigación que incluyó el tipo y método de la investigación, la población y muestra de la investigación, el diseño muestral, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de procesamiento de análisis de datos, también se desarrollaron la selección de los instrumentos de medición de las variables de la investigación.

CAPÍTULO V. Se verá el desarrollo de la investigación, veremos las tablas de las Temperaturas Máximas y Mínimas del Aire de las estaciones meteorológicas en estudio, también el cálculo de estas mismas con un grado de confiabilidad de un 50% y 98%.

CAPÍTULO VI. Se presentaron los resultados obtenidos, las tablas de las variables y sus respectivas discusiones. También, se muestra un análisis comparativo por tipo de modelo seguido.

Finalmente, se presentaron las conclusiones, y las recomendaciones, asimismo se señala las referencias bibliográficas según lo establecido por las Normas APA (séptima edición), y se incluye en el anexo todas las tablas de temperaturas máximas y mínimas registradas en los últimos 20 años y la matriz de consistencia.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Las principales causas que dañan las pistas y carreteras en el Perú, exclusivamente en Lima, Ancash e Ica, son las temperaturas, al presentar temperaturas máximas y mínimas muy variadas, como Lima entre 17°C a 25°C Ancash entre 4°C a 22°C e Ica entre 13°C a 30°C (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología., 2016). Es por esta razón es de trascendental importancia “estudiar sus propiedades geológicas y las temperaturas a las que estas pueden llegar a sufrir por que las cargas de tránsito a la que son sometidas a lo largo de su vida útil, muy aparte de la mala educación vial a la que estamos acostumbrados dañan las carreteras. Huamán, N. (2011).

Diseños mal realizados del paquete estructural del asfalto, ocasiona accidentes de tránsito, deterioro del parque automotor y un incremento en costos de mantenimiento y reparación, y lo que es aún más perjudicial que las pistas y carreteras permanecen en mal estado por largos periodos por falta de presupuesto, siendo cada vez más frecuente encontrar la red vial en todo el territorio peruano, en pésimas condiciones para la circulación.

Es de importancia que se encuentren en perfectas condiciones los pavimentos de las vías de comunicación, ya que esto permite el desarrollo de los pueblos y ciudades que se encuentran en su trayectoria, pues le permiten satisfacer mediante el intercambio, comercialización y transacción bienes de primera necesidad y poder acceder a medios de trabajo, educación, salud y alimentación.

El sistema Superpave creado por el programa SHRP (Strategic Highway Research Program) desarrollado entre 1987 y 1997 en Estados Unidos, se emplea en “el diseño de la estructura granular de la mezcla (granulometría), creando una metodología en donde intervienen nuevas especificaciones, para el diseño de las mezclas asfálticas, validados mediante ensayos de las propiedades físicas que pueden ser directamente relacionadas con el comportamiento en obra” Aguilar, D. (2019)

La razón de este nuevo sistema fue la creación de un Grado de Desempeño (PG) que permite seleccionar un ligante asfáltico, para asegurar un desempeño adecuado ante las deformaciones o grietas por gradientes de temperatura o por fatiga en condiciones de trabajo, simulando el envejecimiento a corto y a largo plazo, metodología que en el Perú no es frecuente en la actualidad.

Mediante esta metodología, los análisis y resultados son mucho más precisos, abarcando todas las etapas de vida del pavimento desde su fabricación en planta, el transporte a campo, la trabajabilidad durante la ejecución del proyecto y la etapa final que es al término de la vida útil, todo esto a través de sus ensayos.

También, esta clasificación del ligante asfáltico, basa su diseño en “la temperatura del aire, la velocidad del tráfico y el peso de los vehículos en número de ejes que se estima que transitaran por la estructura de pavimento, durante un periodo expresado como ejes sencillos equivalentes o ESAL” (Equivalent Single Axle Load) de 18,000 lbs. (Uribe, 2016)

Por lo expuesto anteriormente, se tiene la necesidad de actualizar los métodos de elección del ligante asfáltico, empleando una nueva metodología como el realizado en la presente investigación sobre el uso de un “Mapa de Grado de Desempeño (PG) para ligantes asfálticos según clasificación Superpave, aplicado en las regiones Lima, Ancash e Ica”, para facilitar la elección del ligante asfáltico para que se cuente con mejores parámetros que respondan a las realidades donde se va ubicar el pavimento.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Es posible confeccionar el Mapa de Grado de Desempeño (PG) con la base de datos del ANA aplicando los modelos matemáticos del SHRP y LTPP para ligantes asfálticos según clasificación Superpave en las regiones de Lima, Ancash e Ica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los componentes para calcular el Grado de Desempeño (PG) según clasificación Superpave en las regiones Lima, Ancash e Ica?
- ¿Cuáles son las diferencias de los valores entre los modelos matemáticos existentes del Grado de Desempeño (PG) aplicados en las regiones Lima, Ancash e Ica?
- ¿Cuáles serán las correcciones en función al tráfico y la velocidad para el Grado de Desempeño (PG) en carreteras específicas de las regiones Lima, Ancash e Ica?

1.3. Importancia y justificación del estudio

- a) Este trabajo de investigación es necesario para incitar a tener un mejor y restaurado desempeño en las carreteras de las regiones Lima, Ancash e Ica.
- b) En futuros proyectos viales es beneficioso para el Perú implementar el Grado de Desempeño (PG) ya que permitirá tener una mejor clasificación de los ligantes asfálticos, los beneficiarios seríamos todos los peruanos en general.
- c) Asimismo, sería conveniente para los países vecinos que aún siguen con métodos tradicionales para la clasificación de ligantes asfálticos, dando nosotros un ejemplo de cambio, y así poder crear una nueva cultura vial dentro de nuestro continente.

1.4. Limitaciones de estudio

a. De Ámbito:

- Esta investigación se limita solo a las regiones de Lima, Ancash e Ica.
- Se limita a los responsables de las redes viales del Perú que aún siguen con los métodos tradicionales a pesar de los problemas recurrentes que presentan estas dentro de todo el país.

b. De Recursos:

- El material bibliográfico (tesis, papers o artículos) son muy pocos en lo que respecta al Perú.
- Los dos investigadores solo están restringidos a trabajar desde casa, dado el problema que vive el mundo como es la Pandemia del Coronavirus.

- Se restringe solo a la investigación y propuesta más no a la aplicación dado que aún no se puede hacer trabajo dentro de los laboratorios de ensayo ni tampoco en lo que es la recolección de muestras.

1.5. Objetivos General y Específicos

1.5.1. Objetivo general

Elaborar el Mapa de Grado de Desempeño (PG) con la base de datos del ANA aplicando los modelos matemáticos del SHRP y LTPP para ligantes asfálticos según clasificación Superpave en las regiones de Lima, Ancash e Ica.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar los componentes para calcular el Grado de Desempeño (PG) según clasificación Superpave en las regiones Lima, Ancash e Ica.
- Establecer las diferencias entre los valores de los modelos matemáticos existentes del Grado de Desempeño (PG) aplicados en las regiones Lima, Ancash e Ica.
- Aplicar las correcciones al Grado de Desempeño (PG) en función al tráfico y la velocidad en carreteras específicas de las regiones Lima, Ancash e Ica.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico.

Como sabemos el ligante asfáltico es un material susceptible a las variaciones de temperatura, es por esto que es necesario que los ensayos utilizados para clasificarlo evalúen condiciones específicas de temperatura y tráfico. Surge así un sistema que determine adecuadamente las características del material y que defina los requisitos mínimos del asfalto en cuanto a sus propiedades reológicas y a las temperaturas a las que estarán expuestos durante su vida útil.

En 1987, el Congreso de los Estados Unidos estableció el Strategic Highway Research Program (SHRP) otorgando un “presupuesto de US \$150,000,000 en programas de investigación, destinado US \$ 50,000,000 para el desarrollo de especificaciones de desempeños basados en asfalto, directamente relacionados con análisis de laboratorio y con aplicaciones en campo” (Garnica, Delgado, & Sandoval, 2005, pág. 3). Con esta nueva metodología se buscó “mejorar el desempeño y duración de las carreteras para volverlas más seguras tanto para automovilistas como para los trabajadores” de las mismas.

Así se desarrolló la metodología para determinar materiales asfálticos, siendo el resultado final de este programa es llamado Superpave (Superior Performing Asphalt Pavement). Según Garnica, Delgado y Sandoval (2005) se creó una nueva tecnología, la cual es capaz de especificar cemento asfáltico y agregado mineral, dar diseños de mezclas asfálticas; y mediante diversos ensayos de laboratorio busca reproducir estados de envejecimiento del pavimento prediciendo su desempeño; “Este método evalúa los componentes de la mezcla asfáltica en forma individual (agregado mineral y asfalto), y su interacción cuando están mezclados (Garnica, Delgado, & Sandoval, 2005, pág. 16).

Para predecir el mejor comportamiento del pavimento en regiones climáticas específicas, se realizaron los ensayos de la Tecnología Superpave a las mismas condiciones de temperaturas en las que se encontraran en servicio. Por ello Duarte y Lizcano (2012) manifiestan que el método de diseño de mezclas Superpave

“busca principalmente la selección adecuada de los ligantes asfálticos en función al clima y la carga, intenta mejorar el comportamiento de los asfaltos para evitar que contribuya a producir en los pavimentos deformaciones permanentes, agrietamientos por fatiga y agrietamiento por bajas temperaturas (p. 35). Esto se debe a que sus creadores entendieron que el desempeño del pavimento durante toda su vida útil, viene determinado por “la estructura del pavimento, el diseño de la mezclas asfálticas y las características de la carpeta tal como fue construida junto con las propiedades del ligante asfáltico.”

2.2. Antecedentes de la investigación

2.2.1. Investigaciones Nacionales

Aguilar, D. (2019) presenta en su tesis:

Análisis de desempeño por humedad de una mezcla asfáltica convencional con gradación Marshall y Superpave, presento los siguientes objetivos:

Objetivos General: Establecer la influencia de la humedad en el desempeño mecánico de mezclas asfálticas elaboradas con asfalto 85/100.

En ese sentido, se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el efecto de la humedad en las mezclas asfálticas a través del Ensayo de TSR (Resistencia Conservada en el Ensayo de Tracción Indirecta o Tensión Diametral) y Ensayo de Prueba de Hamburgo Wheel Track.
- Caracterizar muestras en laboratorio que reproduzca las propiedades de la muestra de campo.
- Caracterizar mecánica y físicamente la muestra de campo sometida a condiciones de humedad.
- Comparar la respuesta de los requerimientos granulométricos Marshall y Superpave al desempeño por humedad.

Concluyó que usando la gradación Superpave se obtienen mejores resultados de desempeño por contenido de asfalto y porcentaje de humedad, cuyo máximo tamaño nominal (TMN) es de 19mm, resultando el contenido de asfalto para MAC-01 (MARSHALL) es 4.70% y para Superpave es 4.39%.

Tito Burgos, C. J. (2019) Aguilar, D. (2019) presenta en su tesis:

Correlación entre los factores climáticos provenientes de la base de datos del LTPP (Long Term Pavement Performance) con el comportamiento del pavimento de la carretera Juliaca-Azángaro periodo 2018, presento los siguientes objetivos:

Objetivos General: Establecer correlación entre los factores climáticos provenientes de la base de datos del LTPP (Long Term Pavement Performance) con el comportamiento del Pavimento de la vía Juliaca – Azángaro, en el periodo 2018. En ese sentido, se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Establecer correlación entre la precipitación proveniente de la base de datos del LTPP (Long Term Pavement Performance) y las fallas del Pavimento de la vía Juliaca – Azángaro, en el periodo 2018.
- Establecer correlación entre la temperatura proveniente de la base de datos del LTPP (Long Term Pavement Performance) y las fallas del Pavimento de la vía Juliaca – Azángaro, en el periodo 2018.
- Establecer correlación entre el Viento proveniente de la base de datos del LTPP (Long Term Pavement Performance) y las fallas del Pavimento de la vía Juliaca – Azángaro, en el periodo 2018.

Concluyó que no existe correlación evidente entre los Datos climáticos de LTPP (Long Term Pavement Performance) de precipitación con las fallas (fractura longitudinal y fractura transversal) de la sección de evaluación en la carretera Juliaca Azángaro, sector Mataro – Azángaro.

Goetendia Torres, F. S., & Perez Quispe, V. (2015) presenta en su tesis:

Influencia de la temperatura en el deterioro de la carpeta asfáltica en la carretera nacional tramo: Rumichaca-los Libertadores (Huaytará)(pe-28a), presento los siguientes objetivos:

Objetivos General: Determinar la influencia de la temperatura en el deterioro de la carpeta asfáltica, en la Carretera Nacional Tramo: Rumichaca - Los Libertadores (Huaytará) (PE-28A). En ese sentido, se tienen el siguiente objetivo específico:

- Proponer un procedimiento teórico - experimental para cuantificar la influencia del gradiente térmico en el nivel de esfuerzos y deformaciones

de la carpeta asfáltica a su vez establecer su influencia en el periodo de vida del tramo Rumichaca- Los Libertadores (Huaytará) (PE-28A).

Concluyó que sobre las variables estudiadas, lo mas importante es el gradiente térmico observado en los tres sub tramos de la Carretera Nacional Tramo: Rumichaca- Los Libertadores (Huaytará) (PE- 28A); sin embargo se considera también como importantes en el desempeño de las carpetas asfálticas, el proporcionamiento de las mezclas bituminosas y propiedades del asfalto (penetración, punto de ablandamiento e índice de penetración), como una forma indirecta de acercamiento al modulo de rigidez del asfalto a bajas temperaturas, en ausencia de tecnología y equipos en el medio para la medición directa como lo propone las especificaciones SHRP.

2.2.2. Investigaciones Internacionales

Contreras, C. (2007) presenta en su tesis:

Mapa de Recomendación de Uso de Ligantes Asfálticos Según Clasificación Superpave, Aplicado al Tramo entre Santiago y Los Ángeles, presentó los siguientes objetivos:

Objetivos General: Para cumplir con los objetivos mencionados en primera instancia se efectuará la recopilación de información climatológica de Estaciones meteorológicas de Chile situadas en la zona de estudio, aplicando posteriormente las ecuaciones Superpave para transformar los datos a temperatura de pavimento. En ese sentido, se tienen los siguientes objetivos específicos:

- A continuación se asignará un grado de desempeño PG (Performance Grade), que indicará el rango de temperaturas admisibles en el cual el pavimento presentaría propiedades físicas adecuadas, de acuerdo a condiciones de la zona.
- Es importante mencionar que esta investigación se realizó para las características del sector en estudio, por lo que no es recomendable la extrapolación para el resto de Chile, ya que las variables que influyen en la temperatura del pavimento, principalmente la temperatura del aire, depende de factores característicos de cada región como los son: la latitud, el clima, la geografía, etc.

- Es vital el reconocer que existen limitantes para la aplicación de las ecuaciones Superpave en nuestro país, dado que éstas han sido establecidas bajo condiciones de Estados Unidos y Canadá. Para corroborar esto, será necesario en el futuro comprobar en el campo.

Concluyó que la finalidad de este trabajo de investigación era realizar un mapa de recomendación para el uso de ligantes asfálticos mediante la normativa norte americana Superpave, aplicándose puntualmente a un tramo de Chile.

Duarte, L. M., & Lizcano, E. V. (2012) presenta en su tesis:

Evaluación de las ventajas y desventajas de usar en Colombia las especificaciones técnicas de Superpave para diseño de mezcla asfáltica convencional, presentó los siguientes objetivos:

Objetivos General: Esta “investigación evalúa las ventajas y desventajas de usar las especificaciones de diseño de mezclas asfálticas Superpave en Colombia, realizando los ensayos correspondientes para el diseño de las mezclas asfálticas para pavimentos flexibles propuestas por los métodos Superpave e INVIAS y de esta manera hacer comparaciones respectivas para determinar cuál método maneja los mejores parámetros en cuanto calidad”. En ese sentido, se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Realizar los “ensayos correspondientes para caracterizar los materiales por la metodología de Superpave.”
- Realizar los “ensayos correspondientes para caracterizar los materiales por la metodología de INVIAS.”
- Describir, “analizar y evaluar los componentes y las características de los ensayos formulados por cada uno de los métodos.”
- Comparar desde el “punto de vista de calidad, los resultados de los métodos de Superpave E INVIAS.”

Concluyó que con el método Superpave se obtuvieron porcentajes óptimos de asfaltos en las mezclas, pero menores a los que se obtienen por el método Marshall, El mejor, método depende tipo de proyecto de ejecución y lo que se espere del mismo, dado que el método Superpave es más seguro, pero más costoso por ser realizado solo en laboratorios.

Bonilla, E. (2013) presenta en su tesis:

Determinación del tipo de cemento asfáltico según el grado de desempeño, de acuerdo con la zonificación climática y las cargas de tránsito del país, presento los siguientes objetivos:

Objetivos General: Determinar los tipos de cemento asfáltico requeridos, según la clasificación por grado de desempeño, que serían recomendables utilizar en nuestro país en la producción de mezcla asfáltica en caliente, según la zonificación climática asociada con la temperatura del pavimento y la demanda de cargas de tránsito, se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Reunir y analizar la información relacionada a la temperatura del aire, características del tránsito (carga, cantidad y distribución), pendiente del terreno, desarrollo urbano, zonas de población, entre otros, con la finalidad de poder crear una base de datos que permitan obtener los datos para elaborar los mapas que identifiquen el tipo de asfalto según el grado de desempeño.
- Aplicar ecuaciones para determinar la temperatura del pavimento en función de la temperatura ambiente, espesor del pavimento, localización geográfica, entre otros, a diferentes niveles de confianza.
- Definir una metodología basada en la relación de la temperatura (aire o pavimento) con la altitud, que permita la generación de mapas de la temperatura del pavimento del país utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Concluyó que el mapa creado establece tres zonas denominadas: Pacífico, Caribe y Central, cada una fue delimitada en función de la temperatura del aire, pendientes del terreno, número de población, densidad vial, y el TPDA de las rutas de la RVN. En cada zona se establece un PG base de 64- 28, ideal para condiciones de bajo volumen de tránsito; para la zona Caribe, Pacífico y Central cuando se consideran volúmenes medio de tránsito (entre 10 y 30 millones de ESAL's) se establece un PG 70-28 (aumento de un grado) y en condiciones de alto volumen de tránsito (mayor a los 30 millones de ESAL'S), como por ejemplo la RVN primaria, se establece un PG 76-28 (aumento de dos grados). La zonificación realizada es más completa que las otras zonificaciones realizadas por

agencias o centros de investigación vial en otros países, ya que las existentes dejan de lado aspectos como las pendientes del terreno, cargas de tránsito y velocidad, y solo se enfocan en las temperaturas del aire.

Crespin, R., Santa Cruz, I., & Torres, P. (2012) presenta en su tesis:

Aplicación del método Marshall y granulometría Superpave en el diseño de mezclas asfálticas en caliente con asfalto clasificación grado de desempeño, presentaron los siguientes objetivos:

Objetivos: Aplicar el “método Marshall y granulometría Superpave en un diseño de mezcla asfáltica en caliente con asfalto clasificación grado de desempeño. Se tienen los siguientes objetivos específicos:

Determinar el “grado del asfalto PG apropiado para el diseño, basándonos en las temperaturas ambiente promedio máximas y mínimas para la zona central del país. “

Evaluar el “contenido óptimo teórico de asfalto y determinar el valor que será utilizado en el diseño de la mezcla de laboratorio. “”

Elaborar las “mezclas de prueba en el laboratorio, de acuerdo a las proporciones de agregados y asfalto que se establecieron según las normativas técnicas empleadas. “

Ensayar las “mezclas de prueba mediante el Método Marshall y observar si la mezcla asfáltica cumple con los criterios que establece el Instituto del Asfalto para tránsito alto. “

Los autores concluyeron que: Con registros no menores de 20 años de temperaturas máximas y mínimas del país, proporcionados por las estaciones meteorológicas, se determinó un grado de asfalto PG 70-10 el cual además se constató comparando los resultados para cada estación que es aplicable en la mayor parte del territorio nacional.

Arteaga, L. A. (2017), presenta en su tesis:

Comparación de Zonificaciones Superpave para Chile y Cuantificación de la Influencia del Cambio Climático en la Selección del Ligante Asfáltico, presentaron los siguientes objetivos:

Objetivos: Realizar una zonificación Superpave de Chile, utilizando el modelo LTPP, el cual es implementado en el programa computacional LTPPBind. Se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una zonificación Superpave de Chile, utilizando un modelo basado en daño, el cual es implementado en el programa computacional LTPPBind 3.1.
- Realizar una comparación entre los diferentes métodos de zonificación y unificar criterios para lograr una única zonificación Superpave de Chile.
- Aplicar una metodología que permita cuantificar el cambio climático en las estaciones meteorológicas en estudio, basándose en la modelación del clima futuro (2030-2059) realizada por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Los autores concluyeron que: Se logró obtener las zonificaciones Superpave para el territorio chileno utilizando dos nuevos métodos (LTPP 2.1 y LTPP 3.1), con un total de 94 estaciones, aplicando un método basado en clasificación climática de Köppen y curvas de nivel. Con esto se pudo demostrar que en Chile el método Superpave, puede ser implementado desde el punto de vista de la elección del ligante asfáltico, a pesar de la poca cantidad de estaciones existentes en comparación a EEUU.

2.3. Estructura conceptual teórica

2.3.1. Ligante Asfáltico

2.3.1.1 Definición

Los Asfaltos utilizados en la pavimentación, se presentan como un ligante bituminoso que vienen de la destilación del petróleo, tiene como propiedad ser un material adhesivo termoplástico, impermeable al agua y poco reactivo. Su baja reactividad química no evita que esta sufra, a pesar de eso presenta un envejecimiento por su lenta oxidación a causa del agua y aire al cual está sometido. (Bariani, Goretti, Pereira, & Barbosa, 2010)

También para Contreras, C. (2007) “El ligante asfáltico es un material muy susceptible a las variaciones térmicas, es necesario que los ensayos utilizados para clasificarlo indiquen condiciones específicas de temperatura. Contrario

a esto, los métodos más utilizados en nuestro país para la clasificación de ligantes asfálticos se efectúan bajo condiciones arbitrarias, las cuales no necesariamente representan lo ocurrido en terreno y además no miden propiedades básicas o de comportamiento del producto.” (p.2)

2.3.1.2 Tipos de Ligante Asfáltico

Los productos asfálticos usados en pavimentación tienen tres formas básicas de presentación:

- Cementos asfálticos, material obtenido de la destilación del petróleo, de consistencia sólida a temperatura ambiente y que es necesario calentarlo para su uso.
- Emulsiones asfálticas, cemento asfáltico emulsionado con agua que permite su uso a temperatura ambiente, una vez evaporada el agua el asfalto recupera su consistencia original.
- Diluidos asfálticos, son una mezcla de cementos asfálticos con solventes derivados de petróleo, puede ser utilizado a temperatura ambiente, una vez evaporado el solvente el asfalto recupera su consistencia original.

2.3.2. Método Superpave

2.3.2.1. Definición

Para Mendèz, R. (2017) “Superpave (Superior Performing Asphalt Pavements) es un sistema basado en desempeño para el diseño de pavimentos asfálticos; con el objetivo de lograr pavimentos más durables ante las acciones de temperaturas extremas y altas demandas de tráfico” (p. 5)

También para (Bariani, Goretti, Pereira, & Barbosa, 2010) el método Superpave (Superior Performing Asphalt Pavements) presenta cambios significativos en los procedimientos de prueba para agregados y mezclas de asfalto, ya que prioriza la evaluación de las propiedades reológicas mediante pruebas más representativas de las mismas que las actuales, basadas en pruebas tradicionales de penetración, punto de reblandecimiento y viscosidad” es decir es un sistema que estudia más a fondo lo que son agregados que integran las mezclas asfálticas, para así poder predecir su comportamiento dentro del campo, también poder tener diseños para

diferentes tipos de temperatura que en nuestro país es sumamente necesario pues contamos con temperaturas cálidas como lo son las del norte o selva del país, y también temperaturas frías como son las de la sierra.

2.3.2.2. Ensayos Superpave

La metodología Superpave, para una mejor caracterización del ligante asfáltico nos brinda nuevos ensayos, que nos darán información de sus propiedades físicas.

a) El envejecimiento del ligante asfáltico es importante para poder simular condiciones de laboratorio como en el terreno, es por ello que se debe simular este durante el mezclado, vida útil y compactación, para esto tenemos dos equipos:

- Horno Rotatorio de Película Delgada

El ensayo de R.T.F.O.T (Horno de envejecimiento en película delgada rotatoria) tiene 2 finalidades:

- Obtener un ligante asfáltico envejecido a corto plazo que pueda ser usado para ensayos adicionales de pruebas físicas
- Determinar la cantidad de compuestos volátiles que el compuesto asfáltico pierde durante el proceso

Figura N° 1

Horno de película delgada



Fuente: Teatin, P. R., & Azuero, C. F. (2015). Evaluación del efecto del envejecimiento del cemento asfáltico 80-100 modificado con lignina en el horno de película delgada.

- Cámara de Envejecimiento a Presión (PAV):

El ensayo de Cámara de Envejecimiento a Presión (PAV) permite predecir el envejecimiento de los asfaltos a un largo plazo, en el proceso de este ensayo el asfalto se somete a altas temperaturas, lo que produce un envejecimiento acelerado debido a los dos mecanismos ya mencionados.

Esto simula el comportamiento del envejecimiento del asfalto bajo la oxidación proveniente del aire y de la radiación solar, a diferencia del ensayo de R.T.F.O.T que este simula el envejecimiento a corto plazo, durante la elaboración y colocación del asfalto, el ensayo PAV simula el proceso de envejecimiento a largo plazo siendo clave para la determinación del grado de desempeño (PG).

Figura N° 2

Método Superpave de Envejecimiento Acelerado



Fuente: Grupo LEMCO (2014). <https://www.lemco.cl>

b) Las características físicas del ligante asfáltico las obtenemos mediante los siguientes 4 equipos:

- Reómetro Dinámico de Corte:

El ensayo de DSR (Reómetro Dinámico de Corte) que mide las propiedades del asfalto a medias y altas temperaturas después de haber sido envejecidos a largo plazo por el ensayo de P.A.V (Cámara de Envejecimiento a Presión).

Con este ensayo se calcula el módulo de corte (G^*) que mide la resistencia total del material a deformarse, y el Ángulo de Fase (δ) el cual mide el comportamiento visco - elástico del material.

Figura N° 3
Reología del Asfalto



Fuente: Grupo BITAFAL (2020). Bitafal.
<https://bitafal.com.uy/asfalto/reologia-del-asfalto/>

- Viscosímetro Rotacional Brookfield

El ensayo V.R (Viscosímetro Rotacional Brookfield) mide las características de flujo del ligante, para analizar la trabajabilidad de la mezcla en caliente, con la finalidad de conocer la temperatura óptima de transporte, trabajabilidad y ser fácilmente manejable en campo o planta de fabricación de mezclas asfálticas.

Un viscosímetro cilíndrico rotacional coaxial descrito en la norma (ASTM D4420), “Método estándar para determinación de viscosidad de asfaltos sin utilizar (vírgenes), usando el thermosel de Brookfield”. La viscosidad rotacional se determina mediante el par requerido para mantener una velocidad de rotación constante, mientras se sumerge en una muestra de cemento asfáltico a una temperatura constante. El viscosímetro puede también manejarse para desarrollar esquemas de temperatura-viscosidad en estimaciones de temperaturas de mezclado y compactación en los diseños de mezclas.

Figura N° 4

Viscosímetro cilíndrico rotacional coaxial Brookfield



Fuente: Instrumentos Laboratorio (2020).

<https://instrumentoslaboratorio.net/tipos-de-viscosimetro/>

- Reómetro de Viga de Flexión (BBR):

Mide el comportamiento reológico del asfalto a bajas temperaturas, usando una carga puntual en medio de una viga hecha de asfalto, registrando sus deformaciones durante 240 segundos a una temperatura constante, esta prueba se ejecutará luego de envejecer el asfalto a largo plazo.

Los asfaltos son demasiado rígidos a bajas temperaturas, lo que hace que la mayoría de los reómetros dinámicos de corte que utilizan la geometría de placas paralelas, no puedan emplearse en forma confiable en tales condiciones. Esto llevó al SHRP a desarrollar un nuevo ensayo que fuera capaz de medir de manera precisa la rigidez y la velocidad de fluencia a las más bajas temperaturas que puedan presentarse en el pavimento, el Reómetro de Flexión en Vigas (BBR) es un equipo sencillo que mide la flecha.

Figura N° 5

Reómetro de viga de flexión (BBR)



Fuente: Adactec(2020).

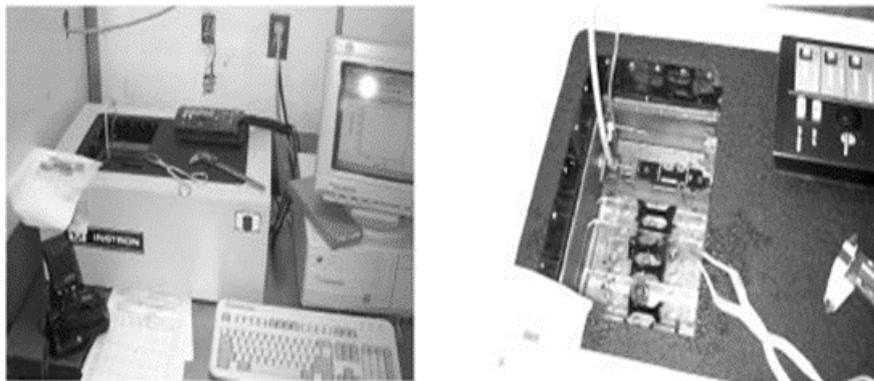
<http://www.adatec.co.cr/route.php?url=reometroflexindevigabbrpararigidezcarpeta>

- Ensayo de Tensión Directa (DTT):

El Ensayo de Tensión Directa evalúa la máxima resistencia del asfalto ante la fisuración a bajas temperaturas, en este ensayo se utiliza cuatro muestras de cuatro gramos cada una, el asfalto debe estar envejecido tanto del ensayo R.T.F.O.T como el P.A.V, previamente descritos, para poder evaluar su máxima deformación a bajas temperatura (entre 0 y -36 grados) y ver si este resiste grietas térmicas.

Figura N° 6

Ensayo de Tensión Directa (DTT)



Fuente: Uribe, C. R. & Meléndez, M. R. (2007).

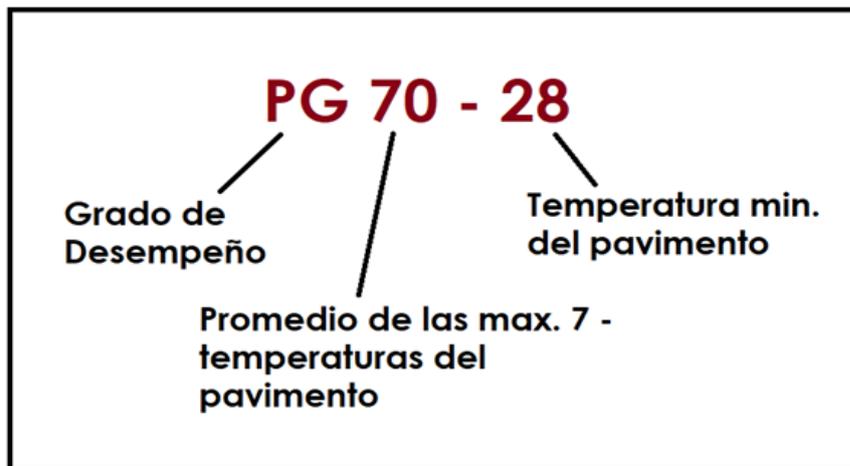
2.3.2.3. Grado de Desempeño (PG)

Es el rango de “temperaturas, máxima a mínima, entre las que un cemento asfáltico se desempeña satisfactoriamente. El Grado PG permite seleccionar el cemento asfáltico más adecuado para una determinada obra, a la temperatura del asfalto dominante y de la magnitud de las cargas del tránsito a que estará sometido durante su vida útil” Huamán, N. (2006).

Es por esto que en el diseño Superpave los ligantes asfálticos son seleccionados en función a temperaturas del pavimento que pueden ser máximas, mínimas y promedio de la zona donde se va a utilizar estos, tal como se muestra en la siguiente imagen:

Figura N° 7

Grado de Desempeño de Ligante Asfáltico



Fuente: Huamán. (2020)

Como podemos observar en la imagen si se asigna un PG 70 - 28 para la zona de un proyecto esto garantiza un buen comportamiento del pavimento a una temperatura máxima de 70°C y una temperatura mínima de diseño de - 28°C. El PG para una temperatura máxima y mínima se encuentra en intervalos de 6°, como por ejemplo PG 46, PG 52, por el contrario, la temperatura promedio se encuentra en intervalos de 3° como por ejemplo PG 19, PG 22, PG 25.

Tabla 423-13
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG según Tabla 1 de AASHTO M320

	PG 46					PG 52					PG 58					PG 64					
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40
Temperatura de diseño máxima del pavimento promedio de 7 días, °C ^a	<46	<46	<46	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-46	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40
Temperatura de diseño mínima del pavimento, °C ^b	>-34	>-40	>-46	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-46	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40
Punto de inflamación, T 48, °C, mínimo	Asfalto original																				
Viscosidad, T 316, ^c máximo 3 Pa.s, temp de prueba, °C	230																				
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: ^d G*/senS, ^e mínimo 1.00 KPa, temp de prueba @ 10 rad/s, °C	135																				
Cambio de masa, ^f máximo, %	1.00																				
Esfuerzo cortante dinámico, T 315: ^g G*/senS, ^e mínimo 2.20 KPa, temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	Película delgada en horno rotativo (T 240)																				
Temperatura de curado PAV, °C ^h	Residuo en cámara de presión (R 28)																				
Esfuerzo cortante dinámico, T 315: ⁱ G*/senS, ^e máximo 5000 KPa, temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	100																				
Resistencia al deslizamiento, T 313: ^j S, máximo 300 MPa valor-m, mínimo 0,300 temp de prueba @ 60 s, °C	90																				
Tensión Directa, T 314: ^k Def unitaria de la falla, mínimo 1,0% temp de prueba @ 1,0 mm/min, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30
	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de supervisión, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida ejecutando los procesos indicados en M 223 and R 35.
^b La temperatura de diseño mínima del pavimento puede ser determinada a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de supervisión, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida ejecutando los procesos indicados en M 223 and R 35.
^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.
^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.
^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa).
^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores puede ser menor que 100 °C.
^g Si la resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.
^h Si la resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.
ⁱ Si la resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.
^j Si la resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.
^k Si la resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.

Tabla 423-13 (continuación)
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG Tabla 1 de AASHTO M320

	PG 70					PG 76					PG 82							
	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	
Temperatura de diseño máxima del pavimento promedio de 7 días, °C	<70																	
Temperatura de diseño mínima del pavimento, °C ^a	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	
Punto de inflamación, T 48, °C, mínimo	230																	
Viscosidad, T 316: ^b máximo 3 Pa·s, temp de prueba, °C	135																	
Esfuerzo cortante dinámico, T 315: ^c G*/senS, mínimo 1.00 kPa temp de prueba @ 10 rad/s, °C	70					76												82
Cambio de masa, máximo, %	1.00																	
Esfuerzo cortante dinámico, T 315: ^c G*/senS, mínimo 2.20 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	70					76												82
Temperatura de curado PAV, °C	100 (110)																	
Esfuerzo cortante dinámico, T 314: ^d Temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	
Resistencia al deslizamiento, T 313 ^e y 5: ^f Para vapor, mínimo 0.200 temp de prueba @ 60 °C	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	
Tensión Directa, T 314: ^d Del unitario de la falla, mínimo 1.0% temp de prueba @ 1.0 in/min, °C	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.
^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si el proveedor garantiza que el cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad.
^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.
^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.
^e El cambio de masa debe ser menor que 1.00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa).
^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C o 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C.
^g Si la Resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del vapor-m.

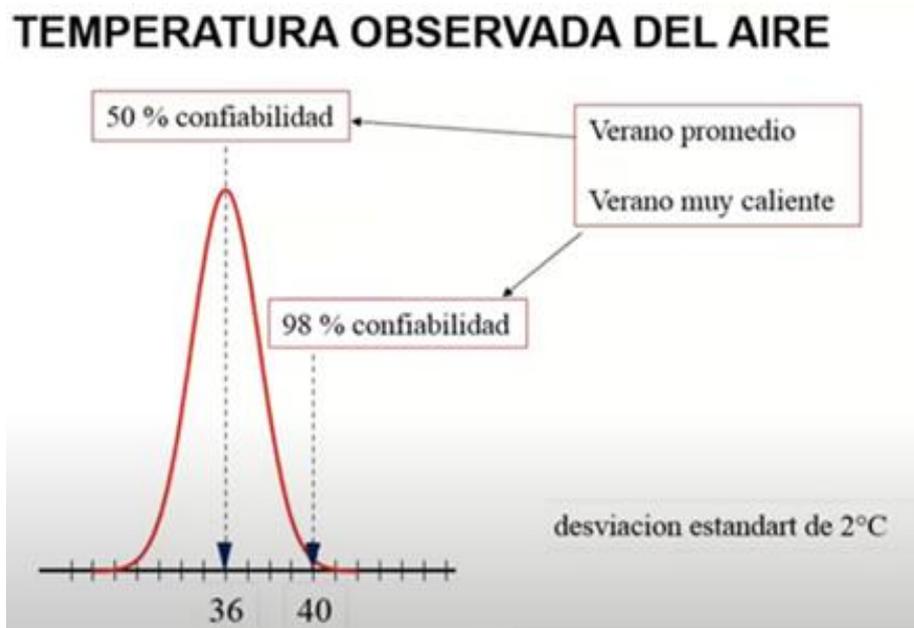
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).

2.3.2.4. Confiabilidad

Siguiendo las recomendaciones del Strategic Highway Research Program (SHRP), se calculó las temperaturas Máximas y Mínimas del Aire en 2 grados de confiabilidad, al 50% ($Z=0.6745$) y al 98% ($Z=2.32$), siendo el valor de “Z” la única diferencia aplicada a los cálculos, se hace esto con la finalidad de calcular las Temperaturas Máximas y Mínimas del Aire de un Verano / Invierno Promedio y las del borde de la Campana de Gauss ya que estas nos dan un valor de un Verano / Invierno muy Caliente / Frío.

Figura N° 9

Temperatura observada del aire



Fuente: Escalante, J. (2020) Conferencia virtual de Determinación del PG del asfalto para los proyectos de Infraestructura vial.

2.3.2.5. Cálculo de Grado de Desempeño (PG)

Para el cálculo del Grado de Desempeño (PG), los investigadores tanto del SHRP (Strategic Highway Research Program) como del LTPP (Long Term Pavement Performance) crearon unos modelos matemáticos para determinar las Temperaturas Máximas y Mínimas del Pavimento en función a la Temperatura del Aire, para esto nos dicen que para Temperatura Máxima del Pavimento se tomará a 20 mm de la superficie de este, y para las Mínimas en la superficie de este mismo.

Los modelos matemáticos fueron avanzando de acuerdo al tiempo y a la información de las carreteras construidas por este nuevo modelo, los cuales son los siguientes:

Modelo SHRP Original

En este modelo las temperaturas máximas y mínimas se calculan a partir de la temperatura del aire, en el caso de la temperatura máxima se aumenta un coeficiente de Lat, dado por la ubicación geográfica (latitud), y esta es medida a 20 mm de la superficie del pavimento, para el caso de las temperaturas mínimas el SHRP original recomienda utilizar esta como la misma de la temperatura del aire (Mc Gennis, 1994), la cual es muy conservadora dado que la temperatura del suelo es mucho mayor a la temperatura del aire.

$$T_{MAX} = 0,9545 \times (T_{MAXar} - 0,00618 \times Lat^2 + 0,2289 \times Lat + 42,2) - 17,78$$

$$T_{MIN} = T_{MINar}$$

Donde:

TMAX: Temperatura Máxima a 20 mm del Pavimento (°)

TMIN: Temperatura Mínima en la superficie del Pavimento (°)

TMAXar : Temperatura Máxima del Aire (°)

TMINar: Temperatura Mínima del Aire (°)

Lat: Latitud en Grados (°)

Modelo C-SHRP (Canadá)

Este modelo fue desarrollado por investigadores canadienses de SHRP, el cual en su tiempo gano popularidad entre los tecnólogos del asfalto, pero Superpave siempre prefirió el modelo SHRP original (Mc Gennis, 1994).

$$T_{MIN} = 0,859 \times T_{MINar} + 1,7$$

Donde:

TMIN: Temperatura Mínima en la superficie del Pavimento (°)

TMINar: Temperatura Mínima del Aire (°)

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) - 1996

Posteriormente el LTPP (Long Term Pavement Performance) a través de estudios de treinta secciones, durante dos años, dieron continuidad al estudio realizado por SHRP, este mostro la necesidad de revisar los criterios de cálculo de las primeras formulas, en el caso de las temperaturas mínimas se demostró que estas estaban 13° por encima de la temperatura mínima del aire, demostrando así que el modelo planteado por el SHRP y C-SHRP eran muy conservadores.

En el caso de altas temperaturas generalmente coinciden con el método del SHRP en temperaturas del aire de hasta 35°, sin embargo a temperaturas más altas los datos del SHRP fueron inferiores. (Mohseni, 1996)

$$T_{MAX} = 54,32 + [0,77585 T_{MAXar}] - [0,002468 Lat^2] - [15,137 \log_{10}(H + 25)]$$
$$T_{MIN} = -1,56 + [0,71819 T_{MINar}] - [0,003966 Lat^2] + [6,264 \log_{10}(H + 25)]$$

Donde:

TMAX: Temperatura Máxima a 20 mm del Pavimento (°)

TMIN: Temperatura Mínima en la superficie del Pavimento (°)

TMAXar : Temperatura Máxima del Aire (°)

TMINar: Temperatura Mínima del Aire (°)

Lat: Latitud en Grados (°)

H: Profundidad del Pavimento (cm)

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) - (1998 - 2000)

Con los datos recopilados de 30 autopistas de prueba dentro de los EEUU en el periodo de 1991 y 1995, el LTPP inicio un programa de seguimiento estacional SMP (Programa de monitoreo estacional). Este análisis dio como resultado el Enlace LTPP que propuso la siguiente ecuación para el cálculo de temperaturas mínimas del pavimento. (LTPP-FWHA, 1998).

$$T_{MIN} = -1,56 + 0,72 T_{MINar} - 0,004 Lat^2 + 6,26 \log(H + 25) - z \times (4,4 + 0,52 \times \sigma^2)^{1/2}$$

Donde:

TMIN: Temperatura Mínima en la superficie del Pavimento (°)

TMINar: Temperatura Mínima del Aire (°)

Lat: Latitud en Grados (°)

H: Profundidad del Pavimento (cm)

Ö: Desviación estándar de la temperatura mínima del aire

Z: Confiabilidad requerida

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) – 2004

El Enlace LTPP continuo el desarrollo de su investigación para el cálculo de las temperaturas más altas del pavimento, se presentó en el año 2004 un algoritmo mejorado para el cálculo del Grado de Desempeño a altas temperaturas, a través de un Modelo Climático Integrado (ICM) basado en datos de aproximadamente 8000 estaciones meteorológicas, con datos de temperaturas por cada hora, radiación solar y velocidad del viento.

Las temperaturas máximas diarias del aire se calculan para temperaturas por hora en el ICM y con base en estas temperaturas y la latitud de cada estación meteorológica, es así como se calcula la temperatura máxima del pavimento a una profundidad de 20 mm. (Mohseni A. C., 2004).

$$T_{MAX} = 32,7 + 0,837T_{MAXar} - 0,0029Lat^2 + z(\sigma^2 + \delta^2_{modelo})^{0,5}$$

Donde:

TMAX: Temperatura Máxima a 20 mm del Pavimento (°)

TMIN: Temperatura Mínima en la superficie del Pavimento (°)

TMAXar: Temperatura Máxima del Aire (°)

TMINar: Temperatura Mínima del Aire (°)

Lat: Latitud en Grados (°)

H: Profundidad del Pavimento (cm)

Ö: Desviación estándar de la temperatura máxima del aire

δ: Error estándar del modelo= 2.1°C

Z: Confiabilidad requerida

2.3.2.6. Ajuste del PG (Grado de Desempeño) en función del Tráfico y la Velocidad

El cálculo del Grado de Desempeño (PG) es de acuerdo a las condiciones climáticas bajo la condición de que la velocidad de los vehículos sea de 90 km/h o mayor, en el Perú tenemos como velocidad máxima para vehículos pesados (90km/h) en las carreteras principales como la Panamericana Norte o Panamericana Sur, esto quiere decir que en nuestro país trabajamos con un tráfico lento, para velocidades menores es necesario incrementar el Grado de Desempeño (PG) requerido y este se incrementa en función a la velocidad, como tenemos en la siguiente tabla:

Figura N° 10

Ajuste del Grado de Desempeño (PG)

ESAL (10 ⁶)	Ajuste del Grado de Desempeño (PG)		
	Velocidad de Trafico		
	V<20km/h	V=(20 a 90)km/h	V>90km/h
<0.3	-	-	-
0.3 a <3	2	1	-
3 a <10	2	1	-
10 a <30	2	1	-
>=30	2	1	1

Fuente: Escalante, J. (2020) Conferencia virtual de Determinación del PG del asfalto para los proyectos de Infraestructura vial.

2.3.3. Mapa de Grado de Desempeño (PG)

2.3.3.1. Definición

El mapa de Grado de Desempeño (PG) es una herramienta cuya función principal es ubicar los ligantes asfálticos según su Grado de Desempeño (PG), la delimitación de zonas se basa en función de las curvas de nivel y tipo de clima, para poder lograr la confección de este Mapa es necesaria la ayuda de softwares como ArcGIS, AutoCAD, etc. Para poder realizar la edición y superposición de los datos de entrada como son las curvas de nivel y los tipos de clima.

Se destaca también que el Mapa de Grado de Desempeño (PG) no está considerando volumen y velocidad de tráfico debido a que esos son factores variables para cada vía.

Para Bonilla, E. (2013) La importancia de estos mapas es que son insumos claves a la hora de poder realizar la zonificación por grado de desempeño del país. Como se ha comentado, la especificación Superpave permite determinar el grado de desempeño de un asfalto (PG asfalto) basado en función al comportamiento a la deformación permanente (altas temperaturas), fatiga (bajas intermedias), y fisuramiento por contracción térmica (bajas temperaturas), sumado a esto, Superpave ofrece otra funcionalidad como sistema de clasificación de los cementos asfálticos ya que permite seleccionar el grado de desempeño para un proyecto vial (PG proyecto) tomando en cuenta la temperatura (máxima, mínima y promedio) del aire (a diferentes niveles de confianza) y a la importancia de la ruta.” (p.80).

2.3.3.2. Clasificación Climática según Thornwhite

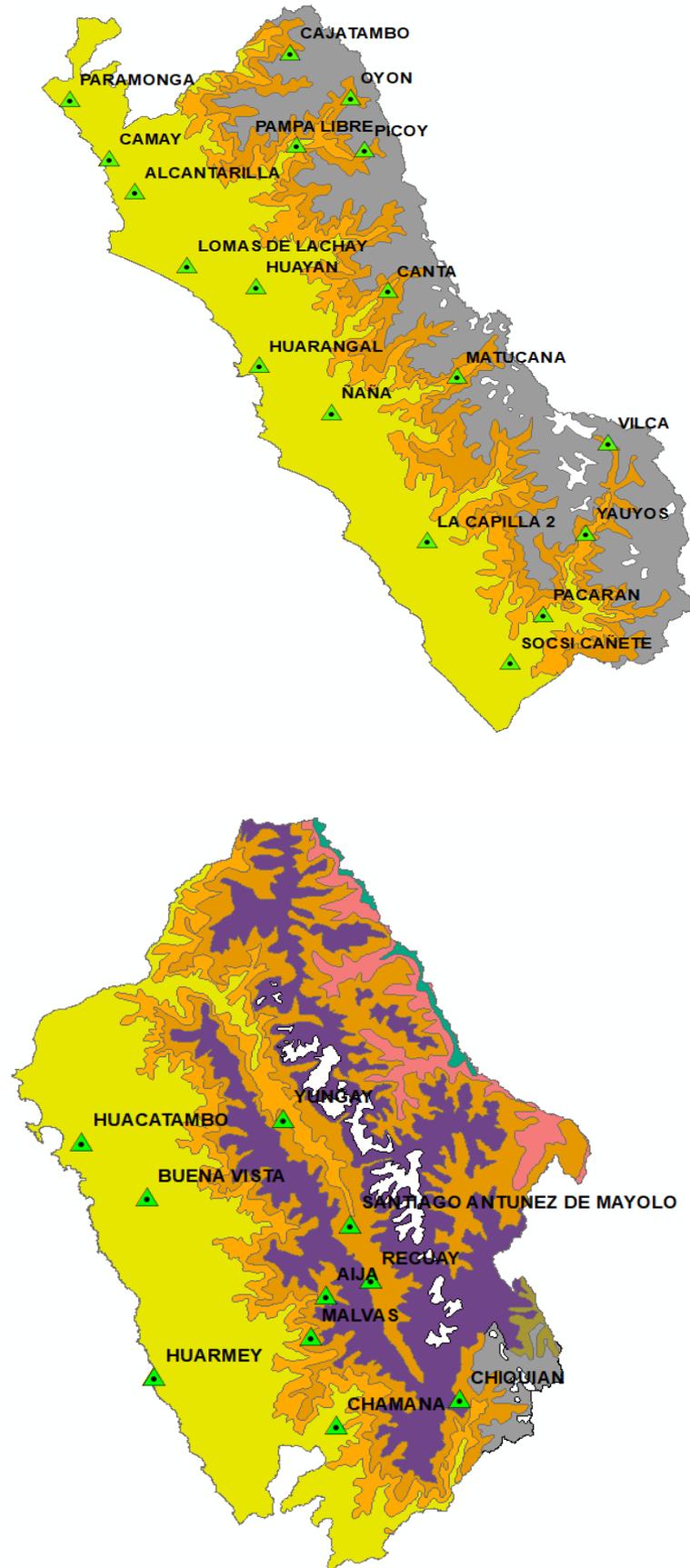
La clasificación de Thornthwaite creada en 1948 por el geógrafo y climatólogo estadounidense Charles Thornthwaite, esta supone un gran avance con respecto a otras clasificaciones ya que parte del clima que afecta tanto al suelo como a la vegetación, en pocas palabras, la evapotranspiración, la transpiración y el agua que se encuentra en el suelo, en vez de promedios mensuales de parámetros meteorológicos. Avila, M. F. (2016).

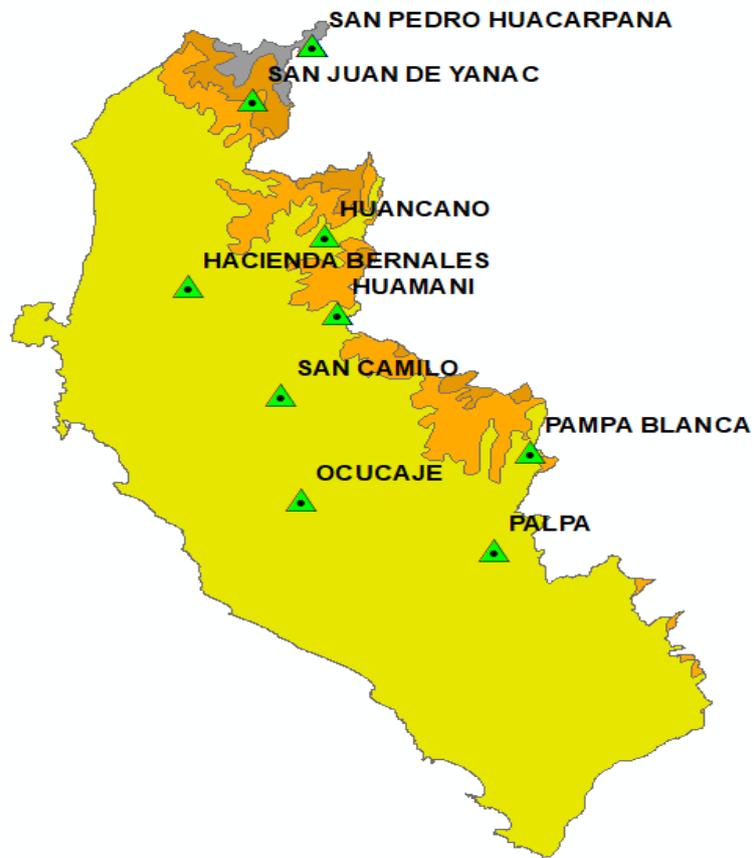
En el Perú se trabaja con esta clasificación climática según Thornthwaite, la cual nos brinda el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) el cual está sustentado en base de información meteorológica de veinte años (1965-1984), dentro de nuestro país son tres los factores que determinan básicamente nuestro clima, los cuales son, la situación del país en la zona intertropical, las modificaciones altitudinales provocadas por la cordillera de los andes y la corriente peruana de Humboldt.

Dentro de las clasificaciones brindadas por el SENAMHI según Thornthwaite, tenemos las siguientes con respecto a las regiones de Lima, Ancash e Ica:

Figura N° 11

Mapa Climático según Thornthwaite: Regiones Lima, Ancash e Ica





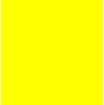
Fuente: GEO GPS PERÚ (2011). <https://www.geogpsperu.com/>

En las imágenes anteriores tenemos los mapas de las tres regiones en estudio (también se observan las estaciones meteorológicas que consideraremos para esta investigación) en las cuales mostramos su delimitación según la clasificación de Thornthwaite, las cuales son:

- Lima:

Tabla N°1

Tipos de clima según Thornthwaite para la Región Lima

Código	Color	Definición
B(i) D' H3		Zona de clima semifrío, lluvioso, con lluvia deficiente en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.
C(o,i,p) B'3 H3		Zona de clima semi seco, semi frío, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda.
C(o,i,p) B'2 H3		Zona de clima semi seco, templado, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda
E(d) B'1 H3		Zona de clima semi cálido, desértico, con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, con humedad relativa calificada como húmedo

Fuente: Elaboración propia

- Ancash:

Tabla N° 2

Tipos de clima según Thornthwaite para la Región Ancash

Código	Color	Definición
C(o,i,p) A' H3		Zona de clima semi seco, cálido, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda
B(o,i) B'3 H3		Zona de clima semi frío, lluvioso, con lluvia deficiente en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda
C(i) C' H3		Zona de clima semi seco, frío, deficiencia de lluvia en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda
B(i) D' H3		Zona de clima semifrío, lluvioso, con lluvia deficiente en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda
B(o,i) C' H3		Zona de clima frío, lluvioso, con lluvia deficiente en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda
C(o,i,p) B'3 H3		Zona de clima semi seco, semi frío, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda.
C(o,i,p) B'2 H3		Zona de clima semi seco, templado, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda

E(d) B'1 H3		Zona de clima semi cálido, desértico, con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, con humedad relativa calificada como húmedo
----------------	--	--

Fuente: Elaboración propia

- Ica:

Tabla N° 3

Tipos de clima según Thornthwaite para la Región Ica

Código	Color	Definición
B(i) D' H3		Zona de clima semifrigido, lluvioso, con lluvia deficiente en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.
C(o,i,p) B'3 H3		Zona de clima semi seco, semi frio, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda.
C(o,i,p) B'2 H3		Zona de clima semi seco, templado, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda
E(d) B'1 H3		Zona de clima semi cálido, desértico, con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, con humedad relativa calificada como húmedo

Fuente: Elaboración propia

De las Tablas 1, 2 y 3 podemos observar los distintos climas que nos ofrece esta clasificación según Thornthwaite, de los cuales observamos que dentro de las regiones Lima e Ica sus climas son parecidos siendo templados y con presencia de alta humedad, en el caso de Ancash sus climas son más fríos en algunos casos lluviosos y también con presencia de humedad.

2.3.3.3. Curvas de Nivel

Las curvas de nivel son líneas que unen puntos de igual altura, estas marcan la intersección de un plano horizontal con la superficie del terreno. Las curvas de nivel en conjunto representan el relieve del terreno del terreno, también permite en cualquier momento calcular las pendientes, alturas o cotas del terreno.

2.3.3.4. ArcGIS

ArcGIS es un software que nos permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica (SIG), es un software que permite crear y editar mapas inteligentes, compilar información geográfica, resolver problemas con análisis espacial, crear aplicaciones basadas en mapas y conocer y compartir información mediante la geografía y la visualización.

Este software nos ayudara en la presente investigación a poder establecer junto con las curvas de nivel y los mapas climáticos, la zonificación superpave que tendrán las regiones en estudio según su Grado de Desempeño (PG), procedimiento el cual está ilustrado en el Capítulo VI.

2.4. Definición de Términos Básicos

1. Clima:

El clima son las condiciones meteorológicas en promedio de un lugar específico, constituido por la cantidad de lluvias, humedad, temperatura, vientos, etc.

2. Curvas de nivel:

Es una línea imaginaria en un mapa, que une todos los puntos en igualdad de condiciones, normalmente altitud sobre el nivel del mar o profundidad.

3. Ejes Equivalentes:

Se les denomina ESAL (Equivalent Simple Axial Load), es la cantidad de repeticiones de un eje equivalente de 18 kips ($8.16 \text{ t} = 80 \text{ kN}$) para un periodo dado, esta carga se utiliza para efectos de cálculo, ya que, el transito está compuesto por vehículos de diferente peso y numero de ejes.

4. Grado de Desempeño (PG):

El Grado de Desempeño (PG) es el rango de temperaturas, máxima y mínima, entre las que un ligante asfaltico se desarrolla satisfactoriamente, forma parte de un sistema denominado Superpave (SUPERIOR PERFORMANCE PAVEMENTS)

que nace de las investigaciones desarrolladas en Estados Unidos en 1987 (Programa Estratégico de Investigación de Carreteras, SHRP).

5. Ligante Asfáltico:

Proporciona fuerza estructural y elasticidad al pavimento, su función primordial es unir las capas de las cuales está formada el pavimento (cemento asfáltico, emulsión asfáltica, asfaltos espumados, asfaltos modificados y asfaltos rebajados), existen 2 grupos de ligantes asfálticos, los aglomerantes que para unir materiales sufren una transformación física (betún, brea, pintura, resina, etc.), y los conglomerantes son los que para unir materiales sufren una reacción química se dividen en dos los aéreos (cal aérea y yeso) y los hidráulicos (cal hidráulica y cemento)

6. Mapa de Grado de Desempeño (PG):

Es una herramienta que nos muestra la zonificación dentro un territorio específico, de acuerdo a los Grados de Desempeño (PG) que se encuentren dentro de este.

7. Susceptibilidad térmica:

La variación de la consistencia de los asfaltos frente a los cambios de temperatura se denomina susceptibilidad térmica. este factor está muy relacionado con el cambio de la viscosidad de un pavimento generando problemas de ahuellamiento.

8. Tráfico:

Se relaciona con la congestión vehicular es decir mucho flujo vehicular en una sola zona de la ciudad.

9. Velocidad:

La velocidad de un proyecto o velocidad de diseño, es la velocidad que alcanzara un vehículo en una carretera o proyecto en diseño, de acuerdo a la normativa que rige dentro la misma según su diseño geométrico.

CAPITULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Con la base de datos del ANA, se puede confeccionar el Mapa de Grado de Desempeño (PG) aplicando los modelos matemáticos del SHRP y LTPP para ligantes asfálticos según clasificación Superpave en las regiones de Lima, Ancash e Ica.

3.1.2. Hipótesis específicas

- Existen los componentes para desarrollar el Grado de Desempeño (PG) en las regiones Lima, Ancash e Ica.
- Son los modelos matemáticos más recientes los cuales nos dan los valores más conservadores para la elección del ligante asfáltico en las regiones Lima, Ancash e Ica.
- Las correcciones en función al tráfico y la velocidad modifican el Grado de Desempeño (PG) en carreteras específicas de las regiones Lima, Ancash e Ica.

3.2. Identificación de variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente:

X=El Mapa de Grado de Desempeño (PG) en las regiones Lima, Ancash e Ica

Variable Dependiente:

Y= El valor de Grado de Desempeño (PG) en las regiones Lima, Ancash e Ica

3.2.2. Operacionalización de las variables

Tabla N° 4

Operacionalización de variables

Variable	Conceptos	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
El Mapa de Grado de Desempeño (PG)	Se refiere a un mapa de zonificación de ligantes asfálticos por Grado de Desempeño (PG)	Temperaturas	Temperaturas mínimas Temperaturas máximas	Base de dato histórica del ANA
El valor grado de desempeño (PG)	Se refiere al valor obtenido mediante modelos matemáticos usando la data procesada de temperaturas máximas y mínimas	Modelos matemáticos	SHRP LTPP	Softwares matemáticos

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de nivel descriptivo, porque describe detalladamente la metodología utilizada para el cálculo del Grado de Desempeño (PG) y la elaboración del Mapa del Grado de Desempeño (PG). Con respecto al tipo de investigaciones descriptivas Monje, C. (2011) manifiesta que el “investigador a presenta los hechos y eventos que caracterizan la realidad observada tal como ocurren, preparando con esto las condiciones necesarias para la explicación de los mismos” (p. 96)

El nivel de la investigación fue cuantitativo, porque se obtendrá como resultados el grado de desempeño de forma numérica. Por último, la recolección de datos es retrospectiva porque se obtendrán datos para un periodo de hasta 20 años de antigüedad.

Según Bernal (2010) el nivel de investigación cuantitativo se fundamenta “en la medición de las características de los fenómenos estudiados, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados”. (p. 60)

4.2. Población, Muestra o participante

La población de estudio está compuesta por los datos climatológicos de las distintas regiones y departamentos del territorio peruano de los últimos 20 años.

Bernal (2010) determina la población como “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (p. 160)

La muestra está comprendida por los datos climatológicos recopilados de Lima, Ancash e Ica de los últimos 20 años.

4.3. Diseño muestral.

Para la determinación de la muestra se utilizó una técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, la cual establece las zonas geográficas de Lima, Ancash e Ica como las zonas geográficas de investigación. Según Monje (2011) la muestras por conveniencia “se trata de una muestra fortuita, se selecciona de acuerdo a la intención del investigador” (p. 127)

Para la determinación de la muestra se utilizó una técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, la cual establece las zonas geográficas de Lima, Ancash e Ica como las zonas geográficas de investigación.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos se dieron mediante la recopilación histórica de los datos climatológicas de las zonas de Lima, Ancash e Ica de la base de datos del ANA. El instrumento de recolección de datos fue la ficha de datos, en donde se anotaban los datos históricos de las temperaturas de las zonas de estudio.

4.5. Procedimientos para la recolección de datos

El procesamiento de la información se efectuó de forma manual. La metodología que se utilizó para el desarrollo adecuado del informe con fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados fue: Recopilación de antecedentes preliminares, para lo cual se realizó la búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y toda la información necesaria que ayudó a cumplir los objetivos de la investigación. Se desarrolló ficha de datos para el correcto procesamiento de los datos tomados

4.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos están basadas en la metodología del cálculo de Grado de Desempeño (PG) mediante los modelos matemáticos SHRP y LTTP.

CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

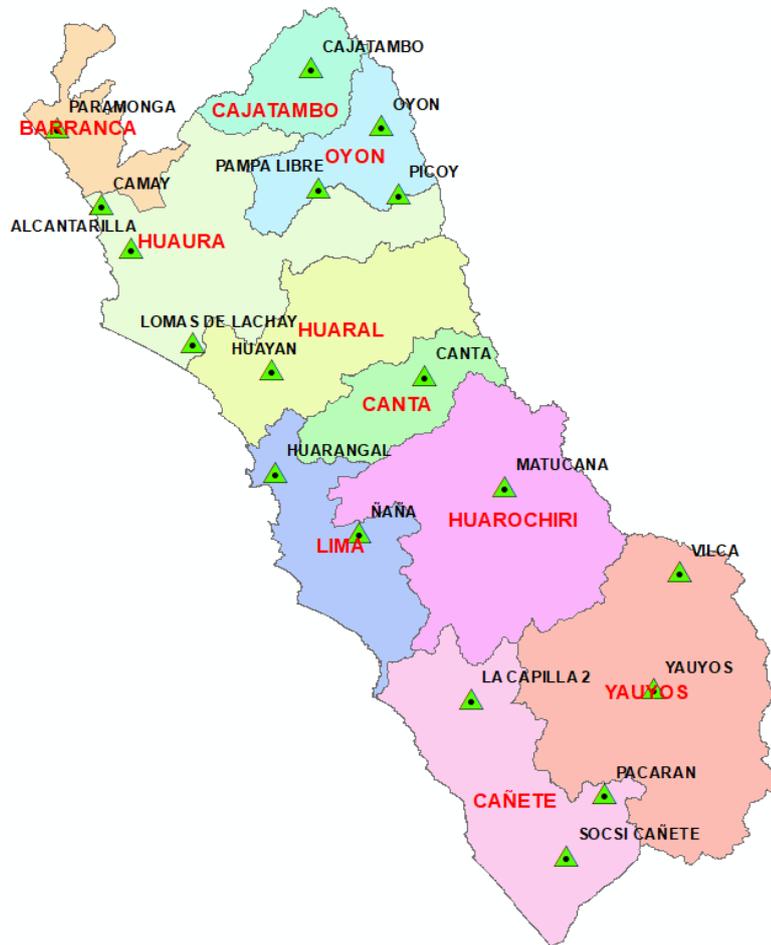
5.1. Selección de estaciones climáticas

Para la presente investigación se tiene de base de datos de las Estaciones Climatológicas (EC) extraídas de fuentes del ANA (Autoridad Nacional del Agua), de las cuales 130 son de Cañete - Fortaleza (Lima), 37 son de Huarney - Chicama (Ancash) y 36 son de Chaparra - Chincha (Ica). Se tomaron los datos del ANA ya que estos abarcaban mayores estaciones climáticas que los datos que nos proveía el SENAMHI, aparte de eso el ANA nos daba datos climáticos más actualizados y ordenados, es por eso que tomamos esta base de datos para tener un mejor manejo de información.

Entre estas serán consideradas en lo más posible, como recomendación del SHRP, las que tengan un mínimo de acumulaciones de los últimos 20 años de registros climatológicos, tomando en cuenta en Lima 18 estaciones, en Ancash 10 estaciones, y en Ica 9 estaciones.

Figura N° 12

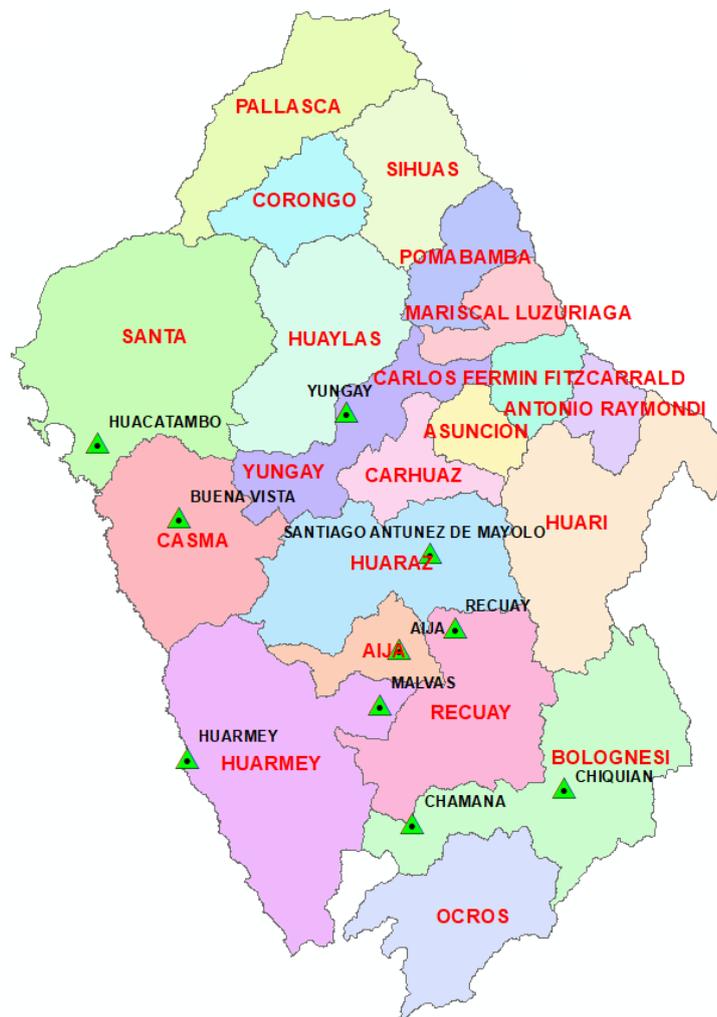
Mapa Provincial de Lima con las estaciones climáticas



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 13

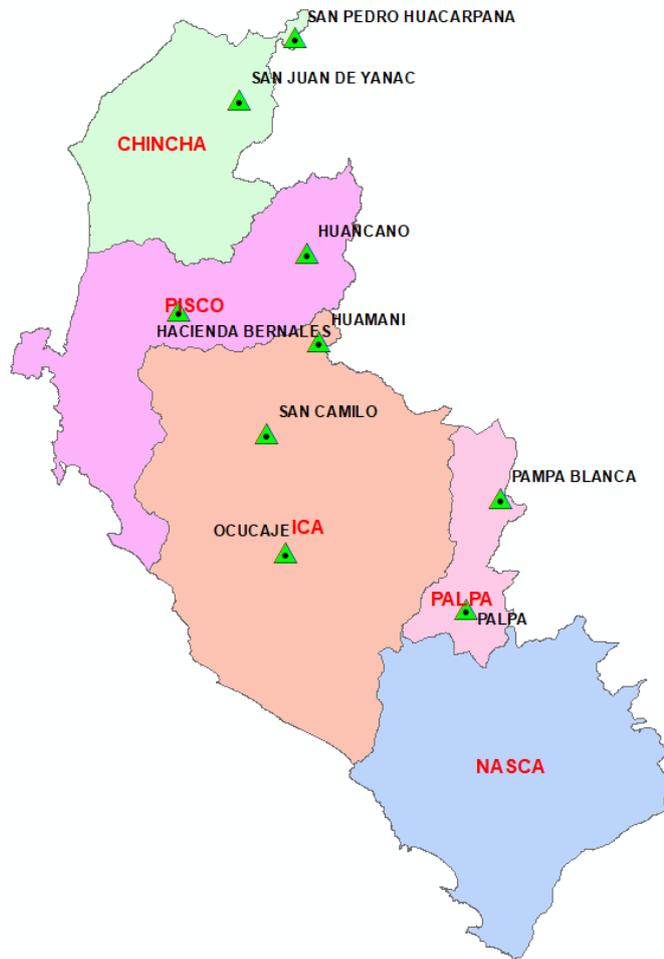
Mapa Provincial de Ancash con las estaciones climáticas



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 14

Mapa Provincial de Ica con las estaciones climáticas



Fuente: Elaboración Propia

Cabe precisar que la ubicación de las estaciones climáticas dependieron de su información meteorológica, ya que, las que presentamos en esta investigación son las que cumplían con las exigencias que nos pide el SHRP de tener una información de por lo menos 20 años de temperaturas, dado que de las estaciones climáticas encontradas en la base de datos del ANA solo las que presentamos cumplían y estaban operativas, fueron las que consideramos son las que nos darán resultados más exactos al momento de hallar el Grado de Desempeño (PG).

5.2. Data de las Estaciones Climáticas dentro de las Regiones Lima, Ancash e Ica

La data encontrada en las Estaciones Climáticas de las Regiones en estudio, es la siguiente:

- Información Geográfica

Tabla N° 5

Información Geográfica de las E.C en la Región Lima

ESTACION	Region Lima		Altitud (m)
	Latitud (°)	Longitud(°)	
CANTA	-11.47	-76.63	2658.00
HUARANGAL	-11.78	-77.10	253.00
LA CAPILLA 2	-12.52	-76.49	513.00
MATUCANA	-11.83	-76.38	2717.00
ÑAÑA	-11.98	-76.84	598.00
PACARAN	-12.83	-76.07	1371.00
SOCSI CAÑETE	-13.03	-76.19	346.00
VILCA	-12.11	-75.83	3902.00
YAUYOS	-12.49	-75.91	2372.00
ALCANTARILLA	-11.05	-77.55	133.00
CAJATAMBO	-10.47	-76.98	3979.00
CAMAY	-10.91	-77.64	78.00
HUAYAN	-11.45	-77.11	358.00
LOMAS DE LACHAY	-11.36	-77.36	400.00
OYON	-10.66	-76.76	3984.00
PAMPA LIBRE	-10.87	-76.96	2492.00
PARAMONGA	-10.66	-77.78	118.00
PICOY	-10.88	-76.71	3513.00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

De la Tabla 5 tenemos los datos de ubicación geográfica en Latitud y Longitud de las estaciones climáticas de la Región Lima, también presentamos la Altura en la que estas se encuentran, de las cuales pudimos observar que la estación con más altura es Oyon con 3984 m, que se encuentra en la provincia del mismo nombre, por el contrario, la estación que está más próxima al nivel del mar es Camay con 78 m, que se encuentra en la provincia de Huaura dentro de la costa de la Región Lima.

Tabla N° 6

Información Geográfica de las E.C en la Región Ancash

Region Ancash			
ESTACION	Latitud (°)	Longitud(°)	Altitud (m)
AIJA	-9.78	-77.60	3580.00
BUENA VISTA	-9.43	-78.20	223.00
HUARMEY	-10.08	-78.17	13.00
SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO	-9.52	-77.52	3143.00
CHAMANA	-10.25	-77.56	1391.00
CHIQUIAN	-10.15	-77.15	3350.00
HUACATAMBO	-9.23	-78.42	65.00
MALVAS	-9.93	-77.65	3160.00
RECUAY	-9.72	-77.45	3473.00
YUNGAY	-9.14	-77.75	2454.00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

De la Tabla 6 tenemos los datos de ubicación geográfica en Latitud y Longitud de las estaciones climáticas de la Región Ancash, también presentamos la Altura en la que estas se encuentran, de las cuales pudimos observar que la estación con más altura es Aija con 3580 m, que se encuentra en la provincia del mismo nombre, por el contrario, la estación que está más próxima al nivel del mar es Huarmey con 13 m, que se encuentra en la provincia del mismo nombre dentro de la costa de la Región Ancash.

Tabla N° 7

Información Geográfica de las E.C en la Región Ica

ESTACION	Region Ica		
	Latitud (°)	Longitud(°)	Altitud (m)
OCUCAJE	-14.38	-75.67	309.00
PALPA	-14.53	-75.19	344.00
PAMPA BLANCA	-14.24	-75.10	1210.00
SAN CAMILO	-14.07	-75.72	404.00
HACIENDA BERNALES	-13.75	-75.95	320.00
HUAMANI	-13.83	-75.58	1042.00
HUANCANO	-13.60	-75.61	1012.00
SAN JUAN DE YANAC	-13.20	-75.79	2943.00
SAN PEDRO HUACARPANA	-13.04	-75.64	4088.00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

De la Tabla 7 tenemos los datos de ubicación geográfica en Latitud y Longitud de las estaciones climáticas de la Región Ica, también presentamos la Altura en la que estas se encuentran, de las cuales pudimos observar que la estación con más altura es San Pedro de Huacarpana con 4088 m, que se encuentra en la provincia de Chincha, por el contrario, la estación que está más próxima al nivel del mar es Ocucaje con 309 m, que se encuentra en la provincia de Ica.

- Información Climática

Con respecto a la información climática presentamos tablas resúmenes de las temperaturas máximas y mínimas encontradas en la base de datos del ANA, recalamos que las temperaturas presentadas son las máximas y mínimas correspondientes en el periodo de un mes.

Para las temperaturas máximas, se calculó un promedio de los 7 meses más calientes del año, el SHRP nos exige los 7 días más calientes del año, en nuestro caso la información de temperaturas por día es incompleta tanto en la base de datos del ANA como del SENAMHI, es por eso que para método de nuestra investigación consideramos ese criterio.

Para las temperaturas mínimas, se halló la temperatura mínima por cada mes correspondiente al periodo de 20 años, para luego así obtener un promedio de la data obtenida dentro de ese periodo de tiempo.

Tabla N° 8

Temperaturas Promedio de las E.C en la Región Lima

ESTACION	Region Lima	
	Temperaturas Promedio	
	Temperatura Maxima(°)	Temperatura Minima(°)
CANTA	21.22	4.09
HUARANGAL	29.46	10.53
LA CAPILLA 2	31.70	10.79
MATUCANA	24.76	5.02
ÑAÑA	27.28	9.32
PACARAN	31.07	9.55
SOCSI CAÑETE	29.45	10.85
VILCA	19.65	-3.76
YAUYOS	27.99	5.60
ALCANTARILLA	29.15	10.72
CAJATAMBO	19.45	1.36
CAMAY	26.26	13.90
HUAYAN	30.65	10.32
LOMAS DE LACHAY	27.69	11.40
OYON	9.91	0.29
PAMPA LIBRE	28.57	9.20
PARAMONGA	25.26	12.62
PICOY	22.64	1.10

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Tabla N° 9

Temperaturas Promedio de las E.C en la Región Ancash

ESTACION	Region Ancash	
	Temperaturas Promedio	
	Temperatura Maxima(°)	Temperatura Minima(°)
AIJA	17.90	0.83
BUENA VISTA	32.83	12.61
HUARMEY	28.03	10.44
SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO	25.83	0.78
CHAMANA	28.06	8.59
CHIQUIAN	24.84	0.28
HUACATAMBO	27.98	7.79
MALVAS	19.78	4.44
RECUAY	24.04	-2.16
YUNGAY	26.80	3.96

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Tabla N° 10

Temperaturas Promedio de las E.C en la Región Ica

ESTACION	Region Ica	
	Temperaturas Promedio	
	Temperatura Maxima(°)	Temperatura Minima(°)
OCUCAJE	34.91	4.38
PALPA	35.63	6.48
PAMPA BLANCA	31.62	6.81
SAN CAMILO	34.47	6.82
HACIENDA BERNALES	30.77	8.77
HUAMANI	31.10	6.07
HUANCANO	29.99	8.04
SAN JUAN DE YANAC	21.90	8.21
SAN PEDRO HUACARPANA	17.40	-2.30

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

De acuerdo a las Tablas 8, 9 y 10, resaltamos que dentro de la Región Lima hallamos un intervalo de temperaturas que van desde -3.76° hasta los 31.70° , en el caso de la Región Ancash tenemos un intervalo de -2.16° hasta los 32.83° , y en la

Región Ica tenemos un intervalo de -2.30° hasta 35.63° , de los datos anteriormente mencionados podemos decir que de las tres regiones en estudio la Región Ica tiene un promedio de temperaturas más alto que el de las otras, debido a que se encuentra en una zona desértica lo cual evidencia también las bajas temperaturas promedio que tiene, de la Región Ancash tenemos que sus temperaturas en promedio son más frías que ambas regiones ya que esta se encuentra dentro de zonas climáticas que tienen condiciones de baja temperatura, en el caso de la Región Lima, las temperaturas en promedio son más estables debido a que se encuentra en una zona cálida, en la zona este de la región lima es donde se presentan los climas más fríos.

Los datos completos de las temperaturas por mes de las estaciones climáticas de las regiones en estudio se encuentran adjuntos en el Anexo de la presente investigación.

5.3. Cálculo de Temperaturas según su Grado de Confiabilidad

5.3.1. Temperaturas Máximas y Mínimas del Aire: Confiabilidad 50% y 98%

Para el cálculo de las Temperaturas Máximas y Mínimas del Aire, con una confiabilidad del 50% y 98% se utilizó el siguiente procedimiento, resaltamos que este procedimiento es el mismo para las demás estaciones climáticas de las regiones en estudio, es por esto que solo presentamos el procedimiento de una estación ejemplo que fue replicado para las restantes.

a) Tomamos como ejemplo la Estación Canta, ubicada en el Departamento de Lima:

Podemos observar sus Temperaturas Máximas y Mínimas del Aire:

Tabla N° 11

Temperaturas máx. y mín. mensual de la EC de Canta – Lima. 1997-2017

Años	Temp. Máxima (C°)	Temp. Mínima (C°)
1997	23,80	4,50
1998	26,00	6,00
1999	20,80	4,00
2000	20,80	3,40
2001	22,30	5,40
2002	22,00	3,00
2003	22,00	5,50
2004	23,00	4,20
2005	21,20	3,60
2006	22,60	4,00
2007	22,50	3,00
2008	21,20	4,20
2009	21,30	4,40
2010	22,00	4,50
2011	24,00	0,60
2012	23,40	4,50
2013	21,70	4,60
2014	28,30	4,20
2015	25,70	4,00
2016	22,70	4,20
2017	23,20	4,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

b) Se procederá a calcular para el caso de la Temperatura Máxima los 7 meses más calientes del año, y en el caso de la Temperatura Mínima el día más frío del Año:

En la Tabla 12, tenemos los 7 meses más calientes de cada año y también sus promedios, en el caso de las Temperaturas Mínimas lo podemos observar en la Tabla 11. la cual indica las temperaturas más frías de cada año.

Tabla N° 12

Temper. máx. y mín. mens. EC: 7 meses calientes/7 meses frios.1997-2017

Años	Tempertaturas de los 7 meses mas calientes del Año (C°)							PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	
1997	23.80	21.90	21.90	21.60	21.20	20.50	20.5	21.63
1998	26.00	22.60	21.80	21.80	21.80	21.50	21.2	22.39
1999	20.80	20.60	20.00	20.00	19.80	19.40	19.2	19.97
2000	20.80	20.60	20.40	20.30	20.20	19.80	19.8	20.27
2001	22.30	22.20	22.20	22.20	21.60	21.00	20.2	21.67
2002	22.00	22.00	21.60	20.20	20.20	20.00	20	20.86
2003	22.00	20.60	20.40	20.20	20.00	19.80	19.6	20.37
2004	23.00	20.80	20.80	20.80	20.60	20.60	20.5	21.01
2005	21.20	21.00	21.00	21.00	20.80	20.80	20.7	20.93
2006	22.60	21.80	21.60	21.40	21.20	20.60	20.4	21.37
2007	22.50	20.80	20.40	20.20	20.20	20.20	20.2	20.64
2008	21.20	21.20	20.60	20.40	20.40	20.30	20	20.59
2009	21.30	21.20	21.20	21.00	20.80	20.60	20.6	20.96
2010	22.00	21.20	21.00	20.80	20.70	20.60	20.4	20.96
2011	24.00	23.00	22.20	21.60	21.00	20.40	20.4	21.80
2012	23.40	21.90	21.30	20.80	20.70	20.60	20.2	21.27
2013	21.70	21.60	21.00	21.00	20.80	20.80	20.2	21.01
2014	28.30	22.40	22.20	21.60	20.80	20.80	20.6	22.39
2015	25.70	22.10	22.00	21.60	21.30	21.20	21.2	22.16
2016	22.70	22.40	22.00	20.70	20.60	20.50	20.5	21.34
2017	23.20	22.70	22.70	21.80	21.80	21.60	20.7	22.07

Fuente: Elaboración propia

c) Procederemos a calcular las Temperaturas Máximas (TMAXar) y Temperaturas Mínimas (TMINar) con una confiabilidad del 50%.

Tenemos las desviaciones estándar y los promedios de los datos de la Estación Canta para Temperaturas Máximas y Mínimas del Aire:

Tabla N° 13

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Canta – Lima. 1997-2017

	Temperatura Maxima	Temperatura Minima
PROMEDIO	21.22	4.09
D.ESTANDAR	0.69	1.09

Fuente: Elaboración propia

Luego procedemos a calcular con ayuda de la siguiente formula las Temperaturas Máximas

$$TMAXar = TMAXprom + \sigma * Z$$

$$TMINar = TMINprom - \sigma * Z$$

Donde:

TMAXar: Temperatura Máxima del Aire (C°)

TMINar: Temperatura Mínima del Aire (C°)

TMAXprom: Promedio de las temperaturas de los 7 meses más calientes de cada año (C°)

TMINprom: Promedio de las temperaturas más frías de cada año (C°)

σ : Desviación Estándar (C°)

Z: Confiabilidad del 50% ($Z = 0.6745$)

Desarrollando la fórmula anterior obtenemos las Temperaturas Máximas y Mínimas:

- $TMAXar = 21.22 + 0.69 \times 0.6745 = 21.68 \text{ C}^\circ$
- $TMINar = 4.09 - 1.09 \times 0.6745 = 3.35 \text{ C}^\circ$

Y así calculamos las TMAXar y TMINar de cada una de las Estaciones de las regiones de Lima, Ancash e Ica:

Tabla N° 14

TMAXar y TMINar con confiabilidad 50%. Regiones: Lima, Ancash e Ica

PROVINCIA	ESTACION	TEMPERATURAS AL 50% DE CONFIABILIDAD	
		TMAXar (°)	TMINar (°)
LIMA	CANTA	21.68	3.35
	HUARANGAL	29.76	9.35
	LA CAPILLA 2	32.05	9.23
	MATUCANA	25.14	4.02
	ÑAÑA	27.67	7.78
	PACARAN	31.49	8.19
	SOCSI CAÑETE	30.02	9.86
	VILCA	20.20	-5.16
	YAUYOS	28.56	4.60
	ALCANTARILLA	29.59	9.01
	CAJATAMBO	19.93	0.72
	CAMAY	27.26	12.73
	HUAYAN	31.19	9.27
	LOMAS DE LACHAY	28.39	10.81
	OYON	13.43	-0.21
	PAMPA LIBRE	29.37	6.68
PARAMONGA	25.93	11.82	
PICOY	23.46	0.61	

PROVINCIA	ESTACION	TEMPERATURAS AL 50% DE CONFIABILIDAD	
		TMAXar (°)	TMINar (°)
ANCASH	AIJA	18.59	-0.22
	BUENA VISTA	33.21	11.87
	HUARMEY	28.54	9.56
	SANTIAGO		
	ANTUNEZ DE MAYOLO	26.33	-0.31
	CHAMANA	28.53	7.16
	CHIQUIAN	25.73	-0.84
	HUACATAMBO	28.51	6.67
	MALVAS	20.12	3.75
	RECUAY	24.38	-2.73
	YUNGAY	27.32	2.37

PROVINCIA	ESTACION	TEMPERATURAS AL 50% DE CONFIABILIDAD	
		TMAXar (°)	TMINar (°)
ICA	OCUCAJE	35.36	3.41
	PALPA	35.96	5.01
	PAMPA	31.76	6.29
	BLANCA		
	SAN CAMILO	34.75	5.73
	HACIENDA	31.09	7.83
	BERNALES		
	HUAMANI	31.38	4.72
	HUANCANO	30.45	6.80
	SAN JUAN DE YANAC	22.40	7.81
	SAN PEDRO HUACARPANA	18.19	-3.90

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 14 tenemos los resultados de las temperaturas máximas (TMAXar) y mínimas (TMINar) con una confiabilidad del 50% es decir un valor promedio, en la región Lima se halló un intervalo de temperaturas 32° a -5°, en la región Ancash se halló un intervalo de temperaturas de 33° a -2° y en la región Ica se halló un intervalo de temperaturas de 35° a -3°.

d) Procederemos a calcular las Temperaturas Máximas (TMAXar) y Temperaturas Mínimas (TMINar) con una confiabilidad del 98%:

Tenemos las desviaciones estándar y los promedios de los datos de la Estación Canta para Temperaturas Máximas y Mínimas:

Tabla N° 15

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Canta – Lima. 1997-2017

	Temperatura Maxima	Temperatura Minima
PROMEDIO	21.22	4.09
D.ESTANDAR	0.69	1.09

Fuente: Elaboración propia

Luego procedemos a calcular con ayuda de la siguiente formula las Temperaturas Máximas (TMAXar) y Temperaturas Mínimas (TMINar):

- $TMAXar = TMAXprom + \sigma * Z$
- $TMINar = TMINprom - \sigma * Z$

Donde:

TMAXar: Temperatura Máxima del Aire (C°)

TMINar: Temperatura Mínima del Aire (C°)

TMAXprom: Promedio de las temperaturas de los 7 meses más calientes de cada año (C°)

TMINprom: Promedio de las temperaturas más frías de cada año (C°)

σ : Desviación Estándar (C°)

Z: Confiabilidad del 98% ($Z = 2.32$)

Desarrollando la fórmula anterior obtenemos las Temperaturas Máximas y Mínimas:

- $TMAXar = 21.22 + 0.69 \times 2.32 = 22.81 \text{ C}^\circ$
- $TMINar = 4.09 - 1.09 \times 2.32 = 1.57 \text{ C}^\circ$

Y así calculamos las TMAXar y TMINar de cada una de las Estaciones de las regiones de Lima, Ancash e Ica:

Tabla N° 16

TMAXar y TMINar con confiabilidad 98%. Regiones: Lima, Ancash e Ica

PROVINCIA	ESTACION	TEMPERATURAS AL 98% DE CONFIABILIDAD	
		TMAXar (°)	TMINar (°)
LIMA	CANTA	22.81	1.57
	HUARANGAL	30.51	6.48
	LA CAPILLA 2	32.92	5.42
	MATUCANA	26.07	1.58
	ÑAÑA	28.62	4.00
	PACARAN	32.52	4.87
	SOCSI CAÑETE	31.40	7.42
	VILCA	21.55	-8.58
	YAUYOS	29.94	2.16
	ALCANTARILLA	30.65	4.83
	CAJATAMBO	21.11	-0.86
	CAMAY	29.71	9.85
HUAYAN	32.52	6.71	

	LOMAS DE LACHAY	30.08	9.37
	OYON	22.03	-1.41
	PAMPA LIBRE	31.34	0.54
	PARAMONGA	27.57	9.85
	PICOY	25.45	-0.57

PROVINCIA	ESTACION	TEMPERATURAS AL 98% DE CONFIABILIDAD	
		TMAXar (°)	TMINar (°)
ANCASH	AIJA	20.28	-2.78
	BUENA VISTA	34.12	10.06
	HUARMEY	29.80	7.41
	SANTIAGO		
	ANTUNEZ DE MAYOLO	27.55	-2.97
	CHAMANA	29.69	3.66
	CHIQUIAN	27.88	-3.57
	HUACATAMBO	29.80	3.94
	MALVAS	20.95	2.06
	RECUAY	25.22	-4.13
	YUNGAY	28.57	-1.52

PROVINCIA	ESTACION	TEMPERATURAS AL 98% DE CONFIABILIDAD	
		TMAXar (°)	TMINar (°)
ICA	OCUCAJE	36.46	1.04
	PALPA	36.77	1.42
	PAMPA		
	BLANCA	32.10	5.03
	SAN CAMILO	35.45	3.08
	HACIENDA		
	BERNALES	31.85	5.54
	HUAMANI	32.06	1.45
	HUANCANO	31.55	3.80
	SAN JUAN DE YANAC	23.63	6.85
	SAN PEDRO HUACARPANA	20.11	-7.81

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 16 tenemos los resultados de las temperaturas máximas (TMAXar) y mínimas (TMINar) con una confiabilidad de 98%, en la región Lima se halló un intervalo de temperaturas 32° a -8°, en la región Ancash se halló un intervalo de temperaturas de 34° a -4° y en la región Ica se halló un intervalo de

temperaturas de 36° a -7°, estas temperaturas nos indican valores extremos que nos exige Superpave para el cálculo de Grado de Desempeño (PG).

CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS

6.1. Generación de Mapa de Grado de Desempeño (PG) en ArcGIS

6.1.1. Cálculo de Grado de Desempeño (PG)

Para el cálculo del Grado de Desempeño (PG), nos basamos en los modelos matemáticos que nos brinda tanto el SHRP (Strategic Highway Research Program) como el LTPP (Long Term Pavement Performance), brindadas en el Capítulo II sub índice 2.3.2.5, a continuación, aplicaremos dichas fórmulas:

- a) Tomaremos la Estación Canta de la Región de Lima como ejemplo de la aplicación de los modelos matemáticos, los cuales aplicaremos en las demás estaciones de las Regiones de Lima, Ancash e Ica, a continuación, tenemos las Temperaturas Máximas del Aire ya calculadas en el Capítulo V:

Tabla N° 17

TMAXar y TMINar con un 98% de confiabilidad de la Región Lima.

PROVINCIA	ESTACION	TEMPERATURAS AL 98% DE CONFIABILIDAD	
		TMAXar (°)	TMINar (°)
	CANTA	22.81	1.57
	HUARANGAL	30.51	6.48
	LA CAPILLA 2	32.92	5.42
	MATUCANA	26.07	1.58
	ÑAÑA	28.62	4.00
	PACARAN	32.52	4.87
	SOCSI CAÑETE	31.40	7.42
	VILCA	21.55	-8.58
	YAUYOS	29.94	2.16
LIMA	ALCANTARILLA	30.65	4.83
	CAJATAMBO	21.11	-0.86
	CAMAY	29.71	9.85
	HUAYAN	32.52	6.71
	LOMAS DE LACHAY	30.08	9.37
	OYON	22.03	-1.41
	PAMPA LIBRE	31.34	0.54
	PARAMONGA	27.57	9.85
	PICOY	25.45	-0.57

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 17 tenemos las Temperaturas Máximas y Mínimas del Aire calculadas con un 98% de confiabilidad la cual es la requerida para el cálculo del Grado de Desempeño (PG).

b) Usando los modelos matemáticos que presentamos en el Capítulo II sub índice 2.3.2.5, procedemos a calcular el Grado de Desempeño (PG) para la Estación Canta de la Región Lima:

- Modelo SHRP Original (McGennis et al., 1994)

$$TMAX = 0.9545 \times (22.81 - 0.00618 \times -11.47^2 + 0.2289 \times -11.47 + 42.2) - 17.78$$

$$TMAX = 40.99^\circ$$

$$TMIN = TMINar$$

$$TMIN = 1.57^\circ$$

- Modelo C-SHRP (Canadá)

$$TMIN = 0.859 \times 1.57 + 1.7$$

$$TMIN = 3.05^\circ$$

- Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (Mohseni, 1996)

$$TMAX = 54.32 + [0.77585 \times 22.81] - [0.002468 \times -11.47^2] - [15.137 \log_{10}(2 + 25)]$$

$$TMAX = 50.03^\circ$$

$$TMIN = -1.56 + [0.71819 \times 1.57] - [0.003966 \times -11.47^2] + [6.264 \log_{10}(2 + 25)]$$

$$TMIN = 8.01^\circ$$

- Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (LTPP-FHWA, 1998 e Bosscher, 2000)

$$TMIN = -1.56 + 0.72 \times 1.57 - 0.004 \times -11.47^2 + 6.26 \log(2+25) - 2.32 \times (4.4 + 0.52 \times 1.09^2)^{1/2}$$

$$TMIN = 2.81^\circ$$

- Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (Mohseni e Carpenter, 2004) - ICM basado en datos de aproximadamente 8000 estaciones meteorológicas.

$$TMAX = 32.7 + 0.837 \times 22.81 - 0.0029 \times -11.47^2 + 2.32 (0.69^2 + 2.1^2)^{0.5}$$

$$TMAX = 56.54^\circ$$

Tenemos:

$$TMAX = 56.54^\circ$$

$$TMIN = 2.81^\circ$$

Para hallar el Grado de Desempeño (PG) de estos valores nos ubicamos en la tabla 423-13 del Manual de Carreteras (2013) la cual se encuentra en el Capítulo II, debemos de ubicar el mayor valor más cercano de PG el cual en nuestro caso para la temperatura máxima (TMAX) =56.54° es 58, luego en la misma tabla observamos cuales son los valores mínimos para PG 58, que según esta es -16 la más cercana menor a la temperatura mínima (TMIN)=2.81°, es así como obtuvimos un PG 58-16, el cual significa que el ligante asfáltico requerido para esa zona según la Clasificación del Grado de Desempeño (PG) soportara como Temperatura Máxima 58° y como Temperatura Mínima-16°.

- c) Así es como obtuvimos el Grado de Desempeño (PG) para la Estación Canta y también para las demás estaciones, para la generación del Mapa de Grado de Desempeño (PG) estamos utilizando los resultados de los Modelos LTPP Bind del año 2004 y LTPP Bind del año 2000 para las Temperaturas Máximas y Mínimas respectivamente, ya que estos modelos matemáticos son los más actuales y con más datos experimentales obtenidos para el cálculo de estas.

Tabla de Resultados del Grado de Desempeño (PG)

• Lima

Tabla N° 18

Temperaturas máx con el modelo SHRP original (1994) - Lima

ESTACION	Modelo SHRP Original (1994)			
	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
CANTA	-11.47	21.22	0.69	40.99
HUARANGAL	-11.78	29.46	0.45	48.23
LA CAPILLA 2	-12.52	31.70	0.53	50.26
MATUCANA	-11.83	24.76	0.56	43.97
ÑAÑA	-11.98	27.28	0.58	46.35
PACARAN	-12.83	31.07	0.63	49.77
SOCSI CAÑETE	-13.03	29.45	0.84	48.62
VILCA	-12.11	19.65	0.82	39.56
YAUYOS	-12.49	27.99	0.84	47.43
ALCANTARILLA	-11.05	29.15	0.65	48.62
CAJATAMBO	-10.47	19.45	0.71	39.71
CAMAY	-10.91	26.26	1.49	47.78
HUAYAN	-11.45	30.65	0.80	50.26
LOMAS DE LACHAY	-11.36	27.69	1.03	47.97
OYON	-10.66	9.91	5.23	40.53
PAMPA LIBRE	-10.87	28.57	1.19	49.34
PARAMONGA	-10.66	25.26	1.00	45.82
PICOY	-10.88	22.64	1.21	43.71

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 18 se observa los resultados del modelo matemático SHRP original (1994), aplicados a la región de Lima, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 39° a 50°.

Tabla N° 19

Temperaturas mín con el modelo C-SHRP original (1994) - Lima

Modelo C-SHRP (Canada) (1994)				
ESTACION	Latitud (°)	TEMPERATURA DEL AIRE		
		Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Minima (C°)
CANTA	-11.47	4.09	1.09	3.05
HUARANGAL	-11.78	10.53	1.75	7.26
LA CAPILLA 2	-12.52	10.79	2.31	6.35
MATUCANA	-11.83	5.02	1.48	3.06
ÑAÑA	-11.98	9.32	2.29	5.14
PACARAN	-12.83	9.55	2.02	5.88
SOCSI CAÑETE	-13.03	10.85	1.48	8.08
VILCA	-12.11	-3.76	2.08	-5.67
YAUYOS	-12.49	5.60	1.49	3.55
ALCANTARILLA	-11.05	10.72	2.54	5.85
CAJATAMBO	-10.47	1.36	0.96	0.96
CAMAY	-10.91	13.90	1.75	10.17
HUAYAN	-11.45	10.32	1.56	7.46
LOMAS DE LACHAY	-11.36	11.40	0.87	9.75
OYON	-10.66	0.29	0.73	0.49
PAMPA LIBRE	-10.87	9.20	3.73	2.16
PARAMONGA	-10.66	12.62	1.20	10.16
PICOY	-10.88	1.10	0.72	1.21

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19 se observa los resultados del modelo matemático C-SHRP (Canadá) (1994), aplicados a la región de Lima, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de -5° a 10°.

Tabla N° 20

Temperaturas máx con el modelo LTPP (1996) - Lima

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)				
TEMPERATURA DEL AIRE				
ESTACION	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
CANTA	-11.47	21.22	0.69	50.03
HUARANGAL	-11.78	29.46	0.45	55.98
LA CAPILLA 2	-12.52	31.70	0.53	57.80
MATUCANA	-11.83	24.76	0.56	52.53
ÑAÑA	-11.98	27.28	0.58	54.50
PACARAN	-12.83	31.07	0.63	57.48
SOCSI CAÑETE	-13.03	29.45	0.84	56.60
VILCA	-12.11	19.65	0.82	49.01
YAUYOS	-12.49	27.99	0.84	55.49
ALCANTARILLA	-11.05	29.15	0.65	56.13
CAJATAMBO	-10.47	19.45	0.71	48.76
CAMAY	-10.91	26.26	1.49	55.41
HUAYAN	-11.45	30.65	0.80	57.56
LOMAS DE LACHAY	-11.36	27.69	1.03	55.68
OYON	-10.66	9.91	5.23	49.47
PAMPA LIBRE	-10.87	28.57	1.19	56.67
PARAMONGA	-10.66	25.26	1.00	53.76
PICOY	-10.88	22.64	1.21	52.11

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 20 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996), aplicados a la región de Lima, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 48° a 57°.

Tabla N° 21

Temperaturas mín con el modelo LTPP (1996) - Lima

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)				
TEMPERATURA DEL AIRE				
ESTACION	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Minima (C°)
CANTA	-11.47	4.09	1.09	8.01
HUARANGAL	-11.78	10.53	1.75	11.51
LA CAPILLA 2	-12.52	10.79	2.31	10.68
MATUCANA	-11.83	5.02	1.48	7.99
ÑAÑA	-11.98	9.32	2.29	9.71
PACARAN	-12.83	9.55	2.02	10.25
SOCSI CAÑETE	-13.03	10.85	1.48	12.07
VILCA	-12.11	-3.76	2.08	0.66
YAUYOS	-12.49	5.60	1.49	8.34
ALCANTARILLA	-11.05	10.72	2.54	10.39
CAJATAMBO	-10.47	1.36	0.96	6.36
CAMAY	-10.91	13.90	1.75	14.01
HUAYAN	-11.45	10.32	1.56	11.71
LOMAS DE LACHAY	-11.36	11.40	0.87	13.62
OYON	-10.66	0.29	0.73	5.94
PAMPA LIBRE	-10.87	9.20	3.73	7.32
PARAMONGA	-10.66	12.62	1.20	14.03
PICOY	-10.88	1.10	0.72	6.53

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 21 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996), aplicados a la región de Lima, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de 0° a 14°.

Tabla N° 22

Temperaturas mín con el modelo LTPP (1998-2000) - Lima

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000)				
TEMPERATURA DEL AIRE				
ESTACION	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Minima (C°)
CANTA	-11.47	4.09	1.09	2.81
HUARANGAL	-11.78	10.53	1.75	5.83
LA CAPILLA 2	-12.52	10.79	2.31	4.45
MATUCANA	-11.83	5.02	1.48	2.52
ÑAÑA	-11.98	9.32	2.29	3.51
PACARAN	-12.83	9.55	2.02	4.33
SOCSI CAÑETE	-13.03	10.85	1.48	6.61
VILCA	-12.11	-3.76	2.08	-5.34
YAUYOS	-12.49	5.60	1.49	2.86
ALCANTARILLA	-11.05	10.72	2.54	3.93
CAJATAMBO	-10.47	1.36	0.96	1.22
CAMAY	-10.91	13.90	1.75	8.34
HUAYAN	-11.45	10.32	1.56	6.19
LOMAS DE LACHAY	-11.36	11.40	0.87	8.55
OYON	-10.66	0.29	0.73	0.91
PAMPA LIBRE	-10.87	9.20	3.73	-0.60
PARAMONGA	-10.66	12.62	1.20	8.77
PICOY	-10.88	1.10	0.72	1.50

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000), aplicados a la región de Lima, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de -5° a 8°.

Tabla N° 23

Temperaturas máx con el modelo LTPP (2004) - Lima

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004)				
ESTACION	Latitud (°)	TEMPERATURA DEL AIRE		
		Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
CANTA	-11.47	21.22	0.69	56.54
HUARANGAL	-11.78	29.46	0.45	62.81
LA CAPILLA 2	-12.52	31.70	0.53	64.82
MATUCANA	-11.83	24.76	0.56	59.16
ÑAÑA	-11.98	27.28	0.58	61.29
PACARAN	-12.83	31.07	0.63	64.53
SOCSI CAÑETE	-13.03	29.45	0.84	63.74
VILCA	-12.11	19.65	0.82	55.54
YAUYOS	-12.49	27.99	0.84	62.55
ALCANTARILLA	-11.05	29.15	0.65	63.10
CAJATAMBO	-10.47	19.45	0.71	55.20
CAMAY	-10.91	26.26	1.49	63.20
HUAYAN	-11.45	30.65	0.80	64.75
LOMAS DE LACHAY	-11.36	27.69	1.03	62.93
OYON	-10.66	9.91	5.23	63.88
PAMPA LIBRE	-10.87	28.57	1.19	64.19
PARAMONGA	-10.66	25.26	1.00	60.84
PICOY	-10.88	22.64	1.21	59.28

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004), aplicados a la región de Lima, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 55° a 64°.

Tabla N° 24

Grado de Desempeño (PG) de la Región Lima

ESTACION	TEMPERATURA DEL PAVIMENTO (C°)		GRADO DE DESEMPEÑO (PG)
	Temperatura Maxima (C°)	Temperatura Minima (C°)	
CANTA	56.54	2.81	58-16
HUARANGAL	62.81	5.83	64-10
LA CAPILLA 2	64.82	4.45	70-10
MATUCANA	59.16	2.52	64-10
ÑAÑA	61.29	3.51	64-10
PACARAN	64.53	4.33	70-10
SOCSI CAÑETE	63.74	6.61	64-10
VILCA	55.54	-5.34	58-16
YAUYOS	62.55	2.86	64-10
ALCANTARILLA	63.10	3.93	64-10
CAJATAMBO	55.20	1.22	58-16
CAMAY	63.20	8.34	64-10
HUAYAN	64.75	6.19	70-10
LOMAS DE LACHAY	62.93	8.55	64-10
OYON	63.88	0.91	64-10
PAMPA LIBRE	64.19	-0.60	70-10
PARAMONGA	60.84	8.77	64-10
PICOY	59.28	1.50	64-10

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 24, se obtiene de analizar todos los modelos matemáticos anteriores, aplicados a la región de Lima, eligiendo el modelo matemático más conservador para hallar el Grado de Desempeño (PG), en esta región predomina el PG 64-10 siguiéndole el PG 70-10 y en las zonas más altas se halló un PG 58-10, como se ve en la figura 19.

- Ancash

Tabla N° 25

Temperaturas máx con el modelo SHRP original (1994) - Ancash

ESTACION	Modelo SHRP Original (1994)			
	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
AIJA	-9.78	17.90	1.03	39.16
BUENA VISTA	-9.43	32.83	0.55	52.48
HUARMEY	-10.08	28.03	0.77	48.15
SANTIAGO				
ANTUNEZ DE	-9.52	25.83	0.74	46.18
MAYOLO				
CHAMANA	-10.25	28.06	0.70	47.98
CHIQUIAN	-10.15	24.84	1.31	46.29
HUACATAMBO	-9.23	27.98	0.79	48.43
MALVAS	-9.93	19.78	0.51	39.75
RECUAY	-9.72	24.04	0.51	43.89
YUNGAY	-9.14	26.80	0.76	47.28

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25 se observa los resultados del modelo matemático SHRP original (1994), aplicados a la región de Ancash, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 39° a 52°.

Tabla N° 26

Temperaturas mín con el modelo C-SHRP original (1994) - Ancash

Modelo C-SHRP (Canada) (1994)				
ESTACION	Latitud (°)	TEMPERATURA DEL AIRE		
		Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Mínima (C°)
AIJA	-9.78	0.83	1.56	-0.69
BUENA VISTA	-9.43	12.61	1.10	10.34
HUARMEY	-10.08	10.44	1.31	8.07
SANTIAGO				
ANTUNEZ DE MAYOLO	-9.52	0.78	1.62	-0.85
CHAMANA	-10.25	8.59	2.13	4.84
CHIQUIAN	-10.15	0.28	1.66	-1.36
HUACATAMBO	-9.23	7.79	1.66	5.09
MALVAS	-9.93	4.44	1.03	3.47
RECUAY	-9.72	-2.16	0.85	-1.85
YUNGAY	-9.14	3.96	2.36	0.39

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 26 se observa los resultados del modelo matemático C-SHRP (Canadá) (1994), aplicados a la región de Ancash, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de -1° a 10°.

Tabla N° 27.

Temperaturas máx con el modelo LTPP (1996) - Ancash

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)				
ESTACION	Latitud (°)	TEMPERATURA DEL AIRE		
		Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
AIJA	-9.78	17.90	1.03	48.15
BUENA VISTA	-9.43	32.83	0.55	58.90
HUARMEY	-10.08	28.03	0.77	55.53
SANTIAGO				
ANTUNEZ DE MAYOLO	-9.52	25.83	0.74	53.81
CHAMANA	-10.25	28.06	0.70	55.43
CHIQUIAN	-10.15	24.84	1.31	54.03
HUACATAMBO	-9.23	27.98	0.79	55.56
MALVAS	-9.93	19.78	0.51	48.67
RECUAY	-9.72	24.04	0.51	51.99
YUNGAY	-9.14	26.80	0.76	54.61

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 27 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996), aplicados a la región de Ancash, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 48° a 58°.

Tabla N° 28

Temperaturas mín con el modelo LTPP (1996) - Ancash

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)				
TEMPERATURA DEL AIRE				
ESTACION	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Mínima (C°)
AIJA	-9.78	0.83	1.56	5.03
BUENA VISTA	-9.43	12.61	1.10	14.28
HUARMEY	-10.08	10.44	1.31	12.33
SANTIAGO				
ANTUNEZ DE	-9.52	0.78	1.62	4.91
MAYOLO				
CHAMANA	-10.25	8.59	2.13	9.61
CHIQUIAN	-10.15	0.28	1.66	4.44
HUACATAMBO	-9.23	7.79	1.66	9.90
MALVAS	-9.93	4.44	1.03	8.49
RECUAY	-9.72	-2.16	0.85	4.07
YUNGAY	-9.14	3.96	2.36	5.98

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 28 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996), aplicados a la región de Ancash, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de 4° a 14°.

Tabla N° 29

Temperaturas mín con el modelo LTPP (1998-2000) - Ancash

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000)				
ESTACION	Latitud (°)	TEMPERATURA DEL AIRE		
		Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Minima (C°)
AIJA	-9.78	0.83	1.56	-0.50
BUENA VISTA	-9.43	12.61	1.10	9.09
HUARMEY	-10.08	10.44	1.31	7.00
SANTIAGO				
ANTUNEZ DE	-9.52	0.78	1.62	-0.67
MAYOLO				
CHAMANA	-10.25	8.59	2.13	3.58
CHIQUIAN	-10.15	0.28	1.66	-1.18
HUACATAMBO	-9.23	7.79	1.66	4.30
MALVAS	-9.93	4.44	1.03	3.33
RECUAY	-9.72	-2.16	0.85	-1.02
YUNGAY	-9.14	3.96	2.36	-0.30

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 29 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000), aplicados a la región de Ancash, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de -1° a 9°.

Tabla N° 30

Temperaturas máx con el modelo LTPP (2004) - Ancash

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004)				
ESTACION	Latitud (°)	TEMPERATURA DEL AIRE		
		Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
AIJA	-9.78	17.90	1.03	54.82
BUENA VISTA	-9.43	32.83	0.55	66.04
HUARMEY	-10.08	28.03	0.77	62.54
SANTIAGO				
ANTUNEZ DE	-9.52	25.83	0.74	60.67
MAYOLO				
CHAMANA	-10.25	28.06	0.70	62.38
CHIQUIAN	-10.15	24.84	1.31	61.48
HUACATAMBO	-9.23	27.98	0.79	62.60
MALVAS	-9.93	19.78	0.51	54.96
RECUAY	-9.72	24.04	0.51	58.54

YUNGAY	-9.14	26.80	0.76	61.55
--------	-------	-------	------	-------

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 30 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004), aplicados a la región de Ancash, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 54° a 66°.

Tabla N° 31

Grado de Desempeño (PG) de la Región Ancash

ESTACION	TEMPERATURA DEL PAVIMENTO (C°)		GRADO DE DESEMPEÑO (PG)
	Temperatura Maxima (C°)	Temperatura Minima (C°)	
AIJA	54.82	-0.50	58-16
BUENA VISTA	66.04	9.09	70-10
HUARMEY	62.54	7.00	64-10
SANTIAGO			
ANTUNEZ DE MAYOLO	60.67	-0.67	64-10
CHAMANA	62.38	3.58	64-10
CHIQUIAN	61.48	-1.18	64-10
HUACATAMBO	62.60	4.30	64-10
MALVAS	54.96	3.33	58-16
RECUAY	58.54	-1.02	64-10
YUNGAY	61.55	-0.30	64-10

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 31 se obtiene de analizar todos los modelos matemáticos anteriores, aplicados a la región de Lima, eligiendo el modelo matemático más conservador para hallar el Grado de Desempeño (PG), en esta región predomina el PG 64-10 siguiéndole el PG 70-10 y solo en puntos muy específicos se obtuvo PG 58-10, como se ve en la figura 20.

• Ica

Tabla N° 32

Temperaturas máx con el modelo SHRP original (1994) - Ica

ESTACION	Modelo SHRP Original (1994)			
	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
OCUCAJE	-14.38	34.91	0.67	52.94
PALPA	-14.53	35.63	0.49	53.17
PAMPA BLANCA	-14.24	31.62	0.21	48.83
SAN CAMILO	-14.07	34.47	0.42	52.09
HACIENDA BERNALES	-13.75	30.77	0.46	48.78
HUAMANI	-13.83	31.10	0.42	48.95
HUANCANO	-13.60	29.99	0.67	48.55
SAN JUAN DE YANAC	-13.20	21.90	0.74	41.14
SAN PEDRO HUACARPANA	-13.04	17.40	1.17	37.85

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 32 se observa los resultados del modelo matemático SHRP original (1994), aplicados a la región de Ica, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 37° a 53°.

Tabla N° 33

Temperaturas mín con el modelo C-SHRP original (1994) - Ica

ESTACION	Modelo C-SHRP (Canada) (1994)			
	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Minima (C°)
OCUCAJE	-14.38	4.38	1.44	2.59
PALPA	-14.53	6.48	2.18	2.92
PAMPA BLANCA	-14.24	6.81	0.77	6.02
SAN CAMILO	-14.07	6.82	1.61	4.35
HACIENDA BERNALES	-13.75	8.77	1.39	6.46
HUAMANI	-13.83	6.07	1.99	2.94
HUANCANO	-13.60	8.04	1.83	4.96

SAN JUAN DE YANAC	-13.20	8.21	0.59	7.58
SAN PEDRO HUACARPANA	-13.04	-2.30	2.37	-5.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 33 se observa los resultados del modelo matemático C-SHRP (Canadá) (1994), aplicados a la región de Ica, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de -5° a 7°.

Tabla N° 34

Temperaturas máx con el modelo LTPP (1996) - Ica

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)				
TEMPERATURA DEL AIRE				
ESTACION	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
OCUCAJE	-14.38	34.91	0.67	60.43
PALPA	-14.53	35.63	0.49	60.66
PAMPA BLANCA	-14.24	31.62	0.21	57.06
SAN CAMILO	-14.07	34.47	0.42	59.67
HACIENDA BERNALES	-13.75	30.77	0.46	56.90
HUAMANI	-13.83	31.10	0.42	57.06
HUANCANO	-13.60	29.99	0.67	56.67
SAN JUAN DE YANAC	-13.20	21.90	0.74	50.55
SAN PEDRO HUACARPANA	-13.04	17.40	1.17	47.84

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 34 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996), aplicados a la región de Ica, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 47° a 60°.

Tabla N° 35.

Temperaturas mín con el modelo LTPP (1996) - Ica

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)				
ESTACION	Latitud (°)	TEMPERATURA DEL AIRE		
		Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Minima (C°)
OCUCAJE	-14.38	4.38	1.44	7.33
PALPA	-14.53	6.48	2.18	7.59
PAMPA BLANCA	-14.24	6.81	0.77	10.21
SAN CAMILO	-14.07	6.82	1.61	8.84
HACIENDA BERNALES	-13.75	8.77	1.39	10.64
HUAMANI	-13.83	6.07	1.99	7.69
HUANCANO	-13.60	8.04	1.83	9.40
SAN JUAN DE YANAC	-13.20	8.21	0.59	11.63
SAN PEDRO HUACARPANA	-13.04	-2.30	2.37	1.13

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996), aplicados a la región de Ica, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de 1° a 11°.

Tabla N° 36

Temperaturas mín con el modelo LTPP (1998-2000) - Ica

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000)				
ESTACION	Latitud (°)	TEMPERATURA DEL AIRE		
		Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Minima (C°)
OCUCAJE	-14.38	4.38	1.44	1.89
PALPA	-14.53	6.48	2.18	1.49
PAMPA BLANCA	-14.24	6.81	0.77	5.17
SAN CAMILO	-14.07	6.82	1.61	3.27
HACIENDA BERNALES	-13.75	8.77	1.39	5.24
HUAMANI	-13.83	6.07	1.99	1.78
HUANCANO	-13.60	8.04	1.83	3.65
SAN JUAN DE YANAC	-13.20	8.21	0.59	6.67
SAN PEDRO HUACARPANA	-13.04	-2.30	2.37	-5.18

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 36 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000), aplicados a la región de Ica, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura mínima, la cual obtenemos un rango de temperaturas mínimas de 6° a -5°.

Tabla N° 37

Temperaturas máx con el modelo LTPP (2004) - Ica

Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004)				
TEMPERATURA DEL AIRE				
ESTACION	Latitud (°)	Media (C°)	Desv. Estandar (C°)	Temperatura Maxima (C°)
OCUCAJE	-14.38	34.91	0.67	67.73
PALPA	-14.53	35.63	0.49	67.87
PAMPA BLANCA	-14.24	31.62	0.21	63.87
SAN CAMILO	-14.07	34.47	0.42	66.77
HACIENDA BERNALES	-13.75	30.77	0.46	63.80
HUAMANI	-13.83	31.10	0.42	63.95
HUANCANO	-13.60	29.99	0.67	63.68
SAN JUAN DE YANAC	-13.20	21.90	0.74	57.14
SAN PEDRO HUACARPANA	-13.04	17.40	1.17	54.62

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 37 se observa los resultados del modelo matemático LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004), aplicados a la región de Ica, modelo matemático creado para obtener el Grado de Desempeño (PG) de la temperatura máxima, la cual obtenemos un rango de temperaturas máximas de 54° a 67°.

Tabla N° 38

Grado de Desempeño (PG) de la Región Ica

ESTACION	TEMPERATURA DEL PAVIMENTO (C°)		GRADO DE DESEMPEÑO (PG)
	Temperatura Maxima (C°)	Temperatura Minima (C°)	
OCUCAJE	67.73	1.89	70-10
PALPA	67.87	1.49	70-10
PAMPA	63.87	5.17	64-10
BLANCA			
SAN CAMILO	66.77	3.27	70-10
HACIENDA			
BERNALES	63.80	5.24	70-10
HUAMANI	63.95	1.78	64-10
HUANCANO	63.68	3.65	64-10
SAN JUAN DE			
YANAC	57.14	6.67	58-16
SAN PEDRO			
HUACARPANA	54.62	-5.18	58-16

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 38 se obtiene de analizar todos los modelos matemáticos anteriores, aplicados a la región de Ica, eligiendo el modelo matemático más conservador para hallar el Grado de Desempeño (PG), en esta región predomina el PG 70-10 siguiéndole en la misma medida el PG 64-10 y 58-16, como se ve en la figura 21.

6.1.2. Delimitación de Zonas por Grado de Desempeño (PG)

Para la Delimitación de Zonas por Grado de Desempeño se está partiendo de dos criterios principales, uno es el Mapa Climático del Perú de acuerdo a la clasificación de climas de Warren Thornthwaite, y las Curvas de Nivel definidas cada 100 m de altura.

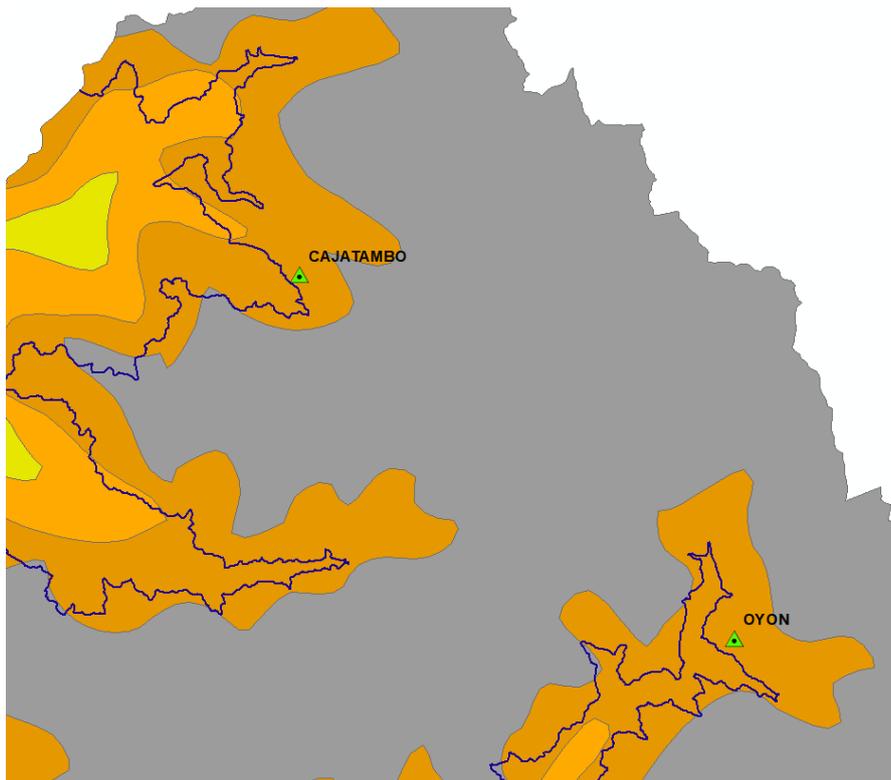
La clasificación de climas de Warren Thornthwaite parte como criterio principal, si en una misma zona climática se encontrarán dos ligantes asfálticos de diferente Performance Grade (PG) se utilizarían las curvas para delimitar el área de influencia de cada uno. Para poder realizar lo ya mencionado se recurrió al programa ArcGIS en su versión 10.5 el cual permite superponer capas y realizar las ediciones correspondientes.

A continuación, mostraremos los diferentes casos donde se aplican los criterios ya mencionados:

- Ejemplo 01: En las figuras 15 y 16 siguientes se aprecia las Estaciones de Cajatambo con un ligante PG 58-16 y Oyón con un PG 64-10 de la Región Lima, las cuales se encuentran en la misma zona climática, en la cual se procede a delimitar el área de influencia de Cajatambo por la curva de nivel promedio entre ambas (3700 m, color azul), en la segunda figura se muestra la zonificación realizada, cabe mencionar que para PG 64-10 se utilizó color gris, y para el PG 58-16 color celeste.

Figura N° 15

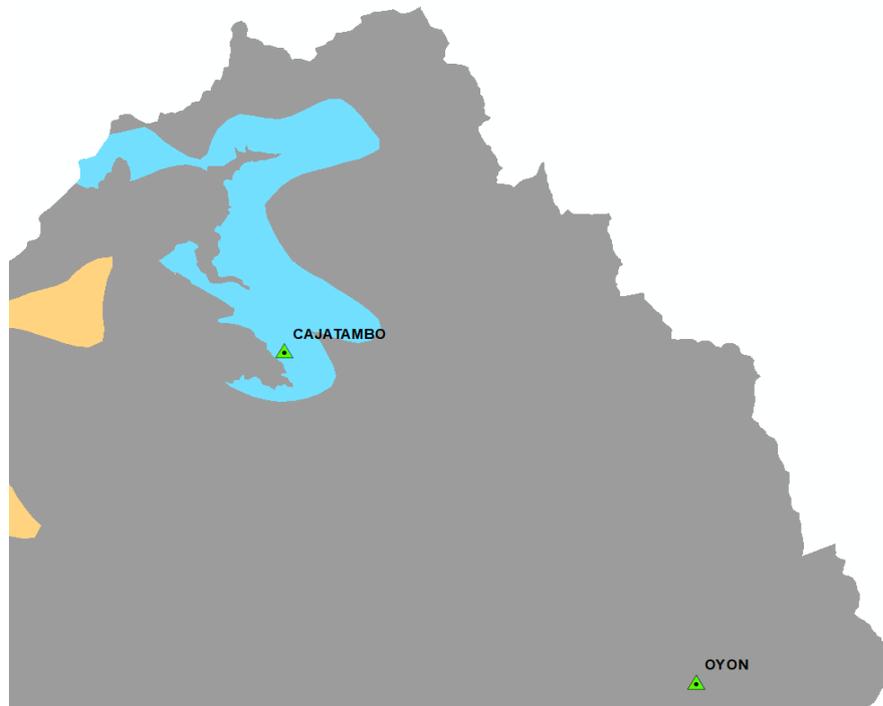
Ejemplo 01, criterios de zonificación. Parte 1.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 16

Ejemplo 01, criterios de zonificación. Parte 2.

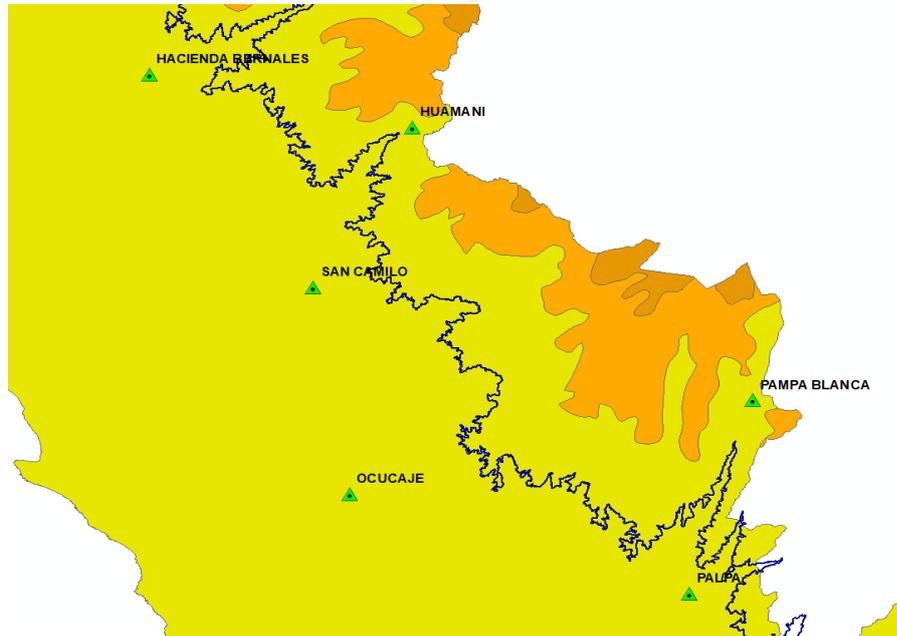


Fuente: Elaboración Propia

- Ejemplo 02: En las figuras 17 y 18 se aprecia las Estaciones Hacienda Bernales, San Camilo, Ocucaje y Palpa con un ligante PG 70-10 y Huamani y Pampa Blanca con un PG 64-10 de la Región Ica, las cuales se encuentran dentro de una misma zona climática, en este caso se procedió a hacer un promedio de las curvas de niveles de estas estaciones (800 m, color azul), en la segunda figura se muestra la zonificación realizada, cabe mencionar que para PG 64-10 se utilizó color gris, y para el PG 70-10 color crema

Figura N° 17

Ejemplo 02, criterios de zonificación. Parte 1.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 18

Ejemplo 02, criterios de zonificación. Parte 2.



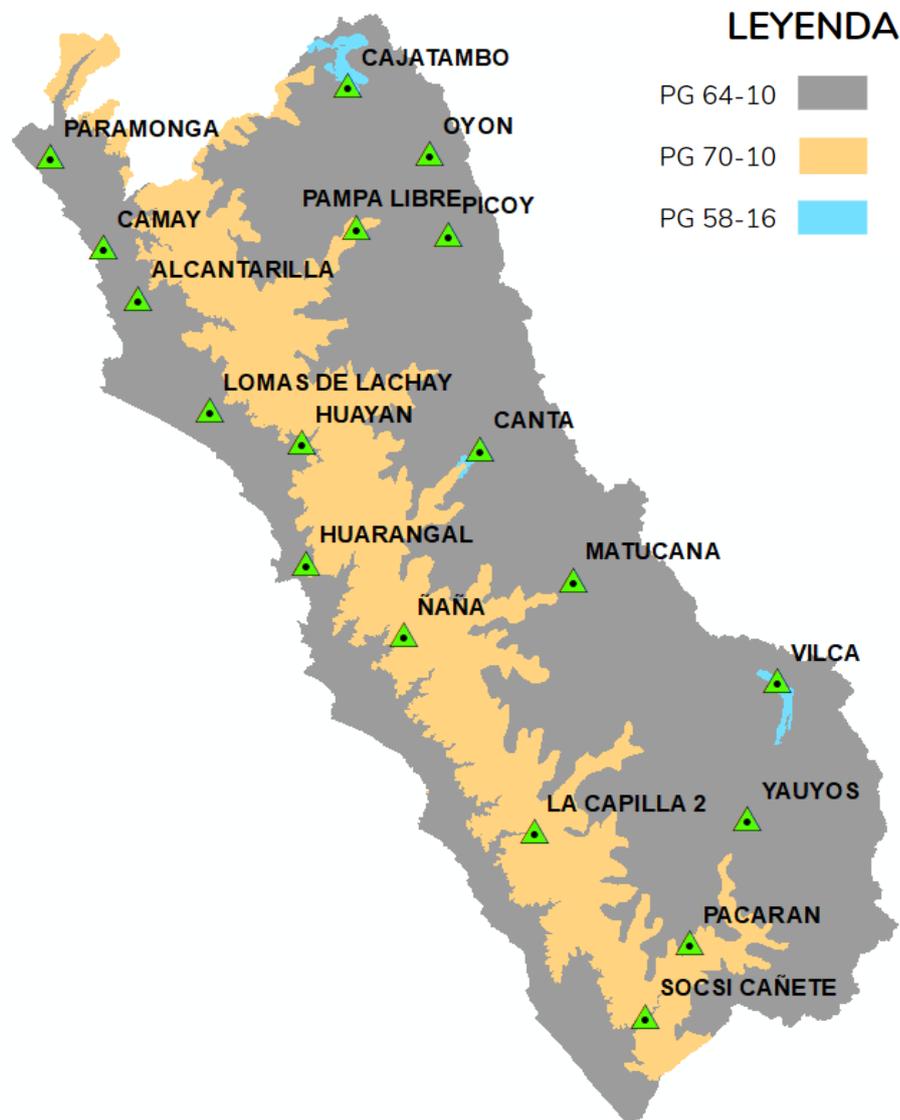
Fuente: Elaboración Propia

Una vez aplicados los criterios para 37 Estaciones dentro de estas tres regiones en estudio, se pudo obtener el Mapa de Grado de Desempeño (PG) para un 98% de confiabilidad.

Con el fin de cumplir los requerimientos para calcular el Grado de Desempeño (PG) en algunas estaciones se procedió a realizar estimaciones estadísticas dado que en nuestro país existe información incompleta sobre datos climáticos, las zonificaciones PG están dadas solo para las condiciones climáticas más no se está considerando el tráfico.

Figura N° 19

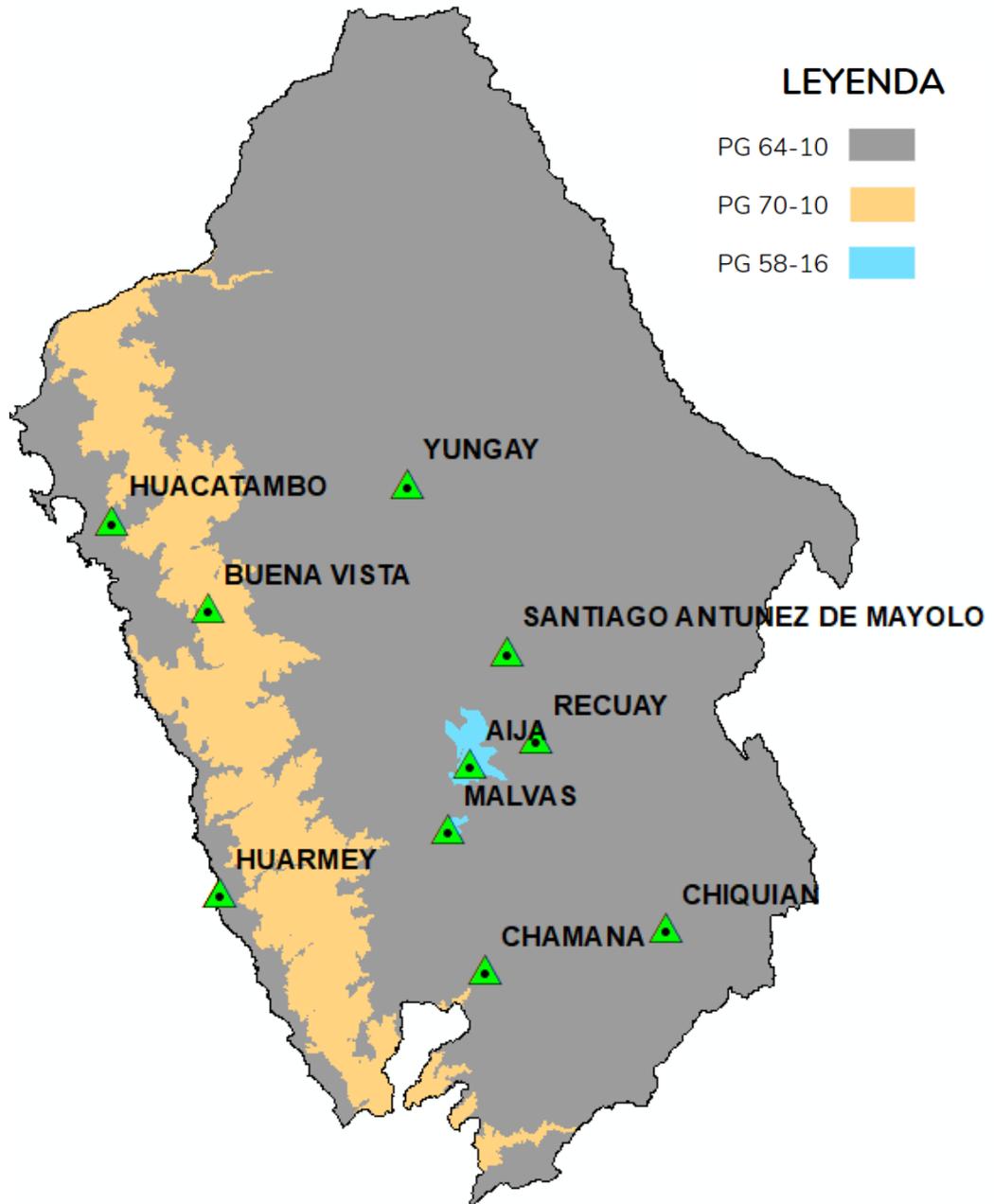
Mapa Grado Desempeño (PG): Región Lima a 98% de Confiabilidad.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 20

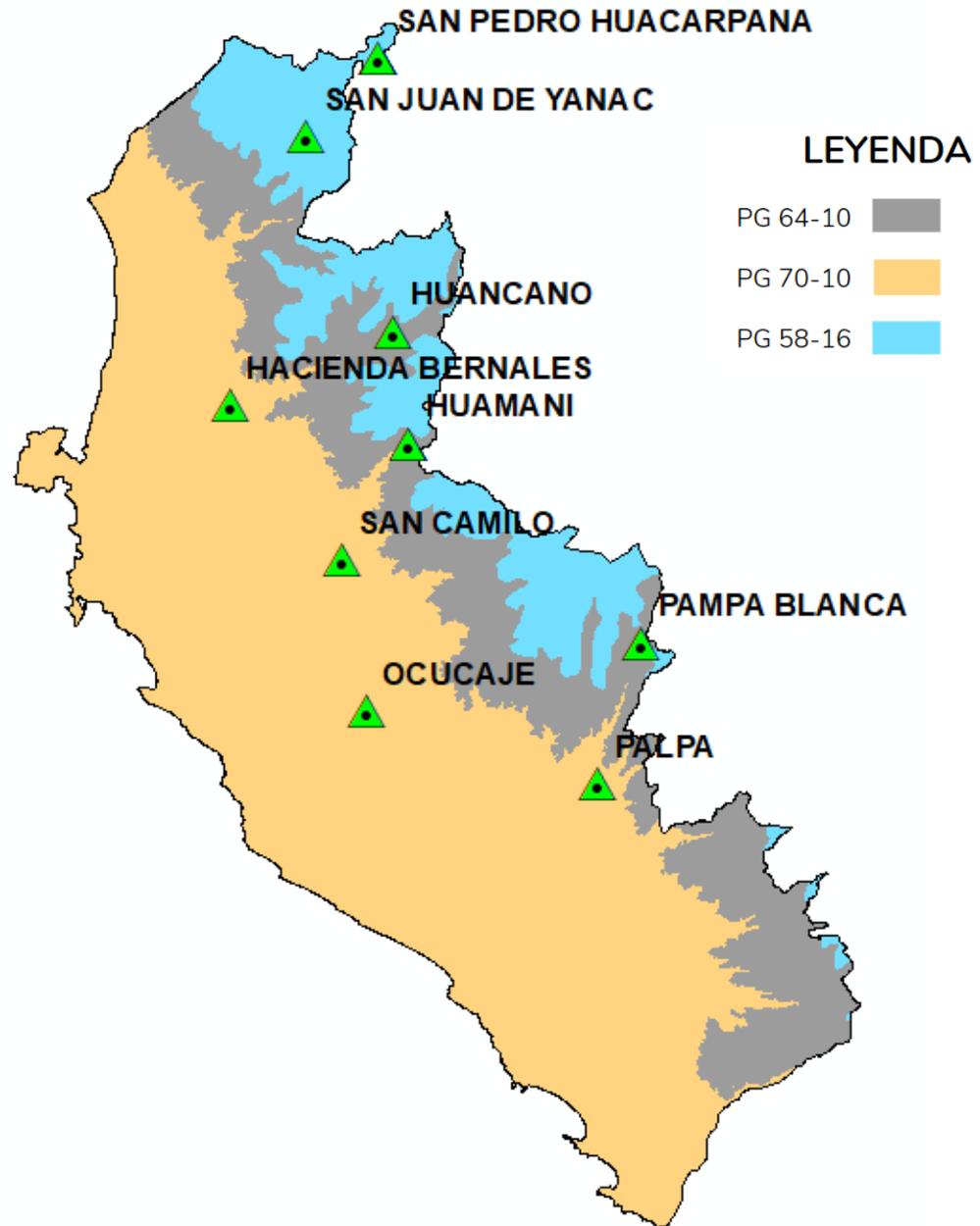
Mapa Grado Desempeño (PG): Región Ancash a 98% de Confiabilidad



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 21

Mapa Grado Desempeño (PG): Región Ica a 98% de Confiabilidad.



Fuente: Elaboración Propia

Los Mapas de Grado de Desempeño (PG) de las regiones de Lima, Ancash e Ica nos muestran la zonificación por Grado de Desempeño (PG), dentro de estas podemos observar que dentro de la Región Lima predomina el PG 64-10, también observamos que dentro de la zona media de esta región se muestra el PG 70-10, y en algunas zonas de menor área predomina el PG 58-16 esto

mayormente se observa en las ubicaciones que presentan más altura, de la misma manera con la Región Ancash predomina el PG 64-10 casi en un 80% de su territorio, con una presencia importante también del PG 70-10 por la mitad de la región, el PG 58-16 está localizado dentro las coberturas de las estaciones Aija y Malvas coincidentemente estas son las que tienen mayor elevación en esta región, y para finalizar la Región Ica tiene en su mayoría un PG 70-10, siguiéndole dentro de la zona este de la región un PG 64-10, consecuentemente como en las regiones anteriormente mencionadas el PG 58-16 se encuentra presente en los lugares que presentan mayor altitud, esto debido a las temperaturas que se presentan en estas zonas.

6.2. Corrección del Grado de Desempeño (PG) en función al nivel de tráfico y velocidad

6.2.1. Lima

Del expediente técnico “Fraccionamiento y Actualización el Presupuesto del Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera Oyón-Ambo, Tramo I: Oyón-Dv. Cerro de Pasco (Km. 134+997.92 – Km. 181+000.00) Vía Principal (Km136+780.00 – Km. 139+698.185)” tomaremos los datos del tramo Oyón - Ichuchacua del año próximo más cercano, los cuales usaremos el resultado del ESAL y velocidades de diseño.

Figura N° 22

Tabla de cálculos del ESAL (Oyón-Lima)

Resumen EE Proyectado (Pavimento Flexible)				
Tramo	Estación	Año		
		2015	2028	2038
Tramo Oyón - Ichuchacua	E1	2.15E+05	3.49E+06	7.36E+06
Tramo Ichuchacua - Dv. Cerro de Pasco	E2	1.66E+05	3.03E+06	6.73E+06
Tramo Dv. Cerro de Pasco - Yanahuanca	E3	2.86E+04	2.45E+06	5.39E+06
Tramo Yanahuanca - Uspachaca	E4	9.54E+04	2.86E+06	6.24E+06
Tramo Yanahuanca - Parcoy	C1	7.87E+04	2.88E+06	6.31E+06
Tramo Parcoy - Caynas	C2	7.00E+04	2.83E+06	6.18E+06
Tramo Caynas - Ambo	E5	1.75E+05	3.46E+06	7.48E+06

Fuente: MTC, Expediente Técnico “Fraccionamiento y Actualización el Presupuesto del Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera Oyón-Ambo, Tramo I: Oyón-Dv. Cerro de Pasco (Km. 134+997.92 – Km. 181+000.00) Vía Principal (Km136+780.00 – Km. 139+698.185)”.

Figura N° 23

Velocidades de Diseño (Oyón-Lima)

Sentido	TIEMPO DE DEMORA (Horas)				Progresiva 1	Progresiva 2	Longitud
	TIPOS DE VEHICULOS						
	Veh. Ligeros	Veloc. Promedio (Km/h)	Veh. Pesados	Veloc. Promedio (Km/h)			
Oyón - Yanahuanca	2.07	40	3.00	27	134+740	217+000	82+260
Yanahuanca - Uspachaca	0.32	44	0.58	24	217+000	231+000	14+000
Uspachaca - Parcoy	0.87	37	1.33	24	231+000	263+000	32+000
Parcoy - Ambo	0.60	35	0.97	22	263+000	284+000	21+000

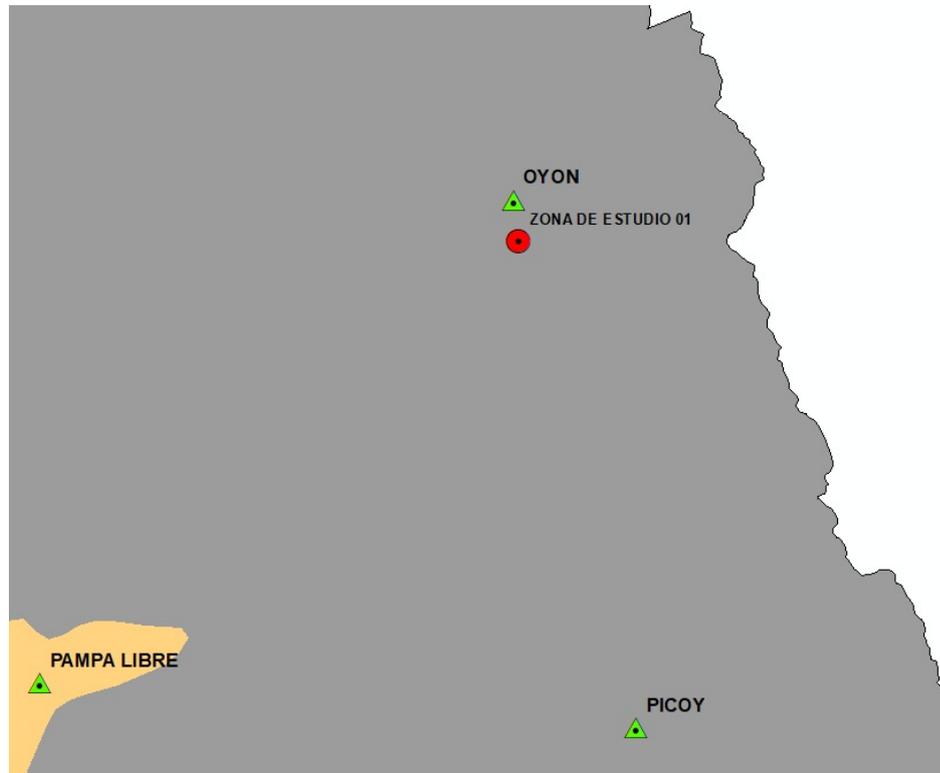
Fuente: MTC, Expediente Técnico “Fraccionamiento y Actualización el Presupuesto del Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera Oyón-Ambo, Tramo I: Oyón-Dv. Cerro de Pasco (Km. 134+997.92 – Km. 181+000.00) Vía Principal (Km136+780.00 – Km. 139+698.185)”.

Considerando los datos que nos brindan en este expediente técnico procedemos a hacer la corrección del Grado de Desempeño (PG):

- a) Según la ubicación de la carretera en estudio, esta se ubica en la cerca de las estaciones Oyón, con coordenadas E: 307682.14 m, N: 8819213.59 m, ubicadas en el plano de la siguiente manera:

Figura N° 24

Ubicación de la Zona de Estudio 01, de la Región Lima.



Fuente: Elaboración Propia

- b) Como podemos observar, la carretera se encuentra en la zona de PG 64-10, siendo este un valor para condiciones sin estimar carga vehicular y velocidades, procedemos a estimar este valor considerando estos factores.

Según la figura 10 del Capítulo II, podemos observar como partiendo del ESAL y Velocidad de tráfico se aplica esta corrección:

Tenemos:

Tramo I: Oyón-Ichuchacua

ESAL = 7.36E+06, proyectado al 2038

Velocidad = 27 km/h, se escogió la menor velocidad, para así tener un PG asumiendo las condiciones más críticas.

Según la figura 10 de corrección por tráfico y velocidad, tenemos que:

Para ESAL entre 3 a 10 E+06 y para velocidades entre 20 y 90 km/h, que es lo que tenemos para este tramo, se debe de aumentar 1 Grado de Desempeño (PG), como primeramente se obtuvo el PG 64-10 sin los factores anteriormente mencionados, para hacer efecto de estos, este se modifica y aumenta a PG 70-10, con este resultado tenemos ya el Grado de Desempeño (PG) corregido para estos factores.

Para nuestra investigación se consideró solo el Tramo I ya que este se encuentra dentro de la región Lima, estando los demás tramos ubicados dentro de la región Cerro de Pasco, la cual no estamos considerando para esta investigación.

6.2.2. Ancash

De la tesis “Proyecto de pavimento flexible de la vía Paltay – Lucma, del distrito de Taricá, Huaraz – Áncash – 2018” tomaremos los datos de tráfico de los cuales usaremos el resultado del ESAL y velocidades de diseño que usaron para su trabajo de investigación.

Figura N° 25

Tabla de cálculos del ESAL-Ancash

EAL	Casma-Dv. Nepeña	Dv. Nepeña-Chimbote	Chimbote-Pte Santa
EE Acumulados 2009-2029	E1 Casma	E2 Dv. Nepeña	E·3 Chimbote
2009-2014	1.0E+07	1.1E+07	1.1E+07
2009-2019	2.3E+07	2.6E+07	2.5E+07
2009-2024	3.9E+07	4.3E+07	4.3E+07
2009-2029	5.8E+07	6.4E+07	6.4E+07

Fuente: Consorcio Costa Dulce II. (2009). Estudio de Mantenimiento Periódico de la Carretera: Pontón Quebrada Seca – Puente Santa, Ruta 1N.

Figura N° 26

Velocidad de Tramo Pontón Quebrada Seca-Puente Santa (Km./hora)

ESTACION	SENTIDO	VEHICULOS LIGEROS	CR	MICROS	BUSES	CAMIONES UNITARIOS	ACOPLADOS
E 1 Casma (tramo Casma-Dv. Nepeña)	Casma-Dv. Nepeña	59	60	48		57	56
Casma-Dv. Nepeña)	Dv. Nepeña - Casma	80		58	83	61	59
E 2 Dv. Nepeña (tramo Dv. Nepeña-Chimbote)	Dv. Nepeña - Chimbote	94	93	84	99	92	92
	Chimbote - Dv. Nepeña	87	86	69	91	79	82
E 3 Santa (tramo Chimbote-Pte. Santa)	Chimbote - Pte. Santa	86		44	78	88	73
Chimbote-Pte. Santa)	Pte. Santa - Chimbote	91		38	82	65	79

Fuente: Consorcio Costa Dulce II. (2009). Estudio de Mantenimiento Periódico de la Carretera: Pontón Quebrada Seca – Puente Santa, Ruta 1N.

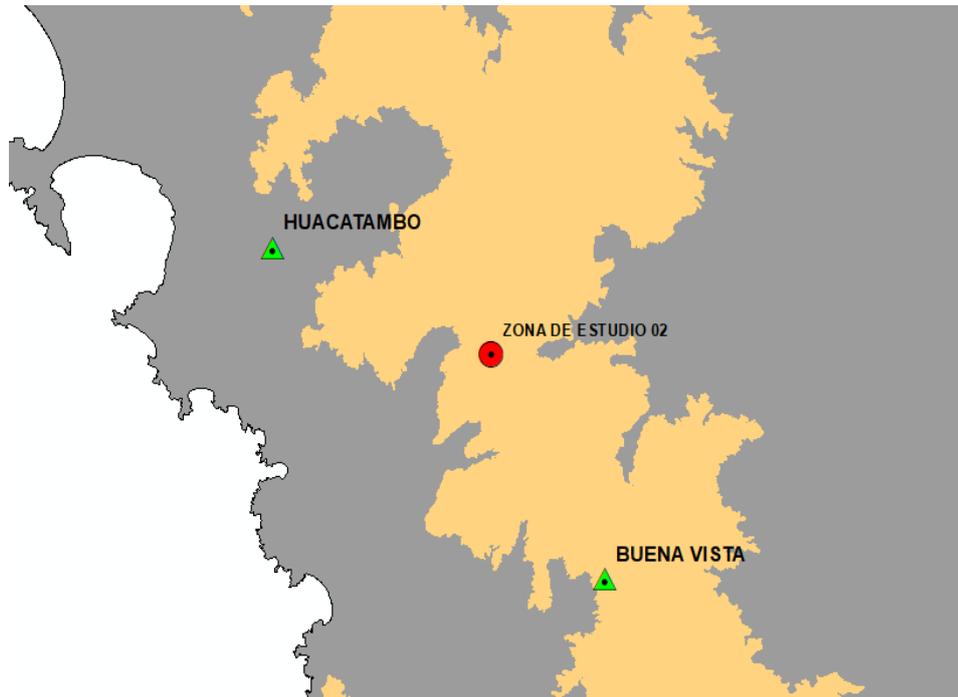
Considerando los datos que nos brindan en este trabajo de investigación procedemos a hacer la corrección del Grado de Desempeño (PG):

Considerando los datos que nos brindan en este trabajo de investigación procedemos a hacer la corrección del Grado de Desempeño (PG):

- a) Según la ubicación el tramo de la Carretera Panamericana Norte (R 01N) “Pontón Quebrada Seca-Puente Santa”, se encuentra entre las provincias de Casma y Santa, provincias de Casma y Santa, en el siguiente grafico mostraremos en que zonificación PG está ubicada esta carretera:

Figura N° 27

Ubicación de la Zona de Estudio 02, de la Región Ancash.



Fuente: Elaboración Propia

- b) Como podemos observar, la carretera se encuentra en la zona de PG 70-10, siendo este un valor para condiciones sin estimar carga vehicular y velocidades, procedemos a estimar este valor considerando estos factores.

Según la figura 10 del Capítulo II, podemos observar como partiendo del ESAL y Velocidad de tráfico se aplica esta corrección:

Tenemos:

- Tramo I - Casma (tramo Casma-Dv. Nepeña)

ESAL = $5.8E+07$, proyectado al 2029

Velocidad = 48 km/h, se escogió la menor velocidad, para así tener un PG asumiendo las condiciones más críticas.

Según la figura 10 de corrección por tráfico y velocidad, tenemos que:

Para $ESAL \geq 30E + 06$ y para velocidades entre 20 y 90 km/h, que es lo que tenemos para este tramo, se debe de aumentar 1 Grado de Desempeño (PG),

como primeramente se obtuvo el PG 70-10 sin los factores anteriormente mencionados, para hacer efecto de estos, este se modifica y aumenta a PG 76-10, con este resultado tenemos ya el Grado de Desempeño (PG) corregido para estos factores.

- Tramo II - Dv. Nepeña (tramo Dv. Nepeña-Chimbote)

ESAL = $6.4E+07$, proyectado al 2029

Velocidad = 69 km/h, se escogió la menor velocidad, para así tener un PG asumiendo las condiciones más críticas.

Según la figura 10 de corrección por tráfico y velocidad, tenemos que:

Para $ESAL \geq 30E + 06$ y para velocidades entre 20 y 90 km/h, que es lo que tenemos para este tramo, se debe de aumentar 1 Grado de Desempeño (PG), como primeramente se obtuvo el PG 70-10 sin los factores anteriormente mencionados, para hacer efecto de estos, este se modifica y aumenta a PG 76-10, con este resultado tenemos ya el Grado de Desempeño (PG) corregido para estos factores.

- Tramo III - Santa (tramo Chimbote-Pte. Santa)

ESAL = $6.4E+07$, proyectado al 2029

Velocidad = 38 km/h, se escogió la menor velocidad, para así tener un PG asumiendo las condiciones más críticas.

Según la figura 10 de corrección por tráfico y velocidad, tenemos que:

Para $ESAL \geq 30E + 06$ y para velocidades entre 20 y 90 km/h, que es lo que tenemos para este tramo, se debe de aumentar 1 Grado de Desempeño (PG), como primeramente se obtuvo el PG 70-10 sin los factores anteriormente mencionados, para hacer efecto de estos, este se modifica y aumenta a PG 76-10, con este resultado tenemos ya el Grado de Desempeño (PG) corregido para estos factores.

6.2.3. Ica

De la tesis “Selección y diseño de pavimento de bajo tráfico con tratamiento superficial del paso inferior San Clemente - Pisco - Ica 2020” tomaremos los datos de tráfico de los cuales usaremos el resultado del ESAL y velocidades de diseño que usaron para su trabajo de investigación.

Figura N° 28

ESAL de Diseño-Ica

Tipo de Vehículo	% Tasa Anual	FCA (10 AÑOS)
Vehículos Ligeros	7.9	14.42
Omnibus	7.9	14.42
Camiones	8.5	14.84

Tipo de Vehículo	IMD	Fvpi	Fca	Días	ESAL Diseño
Auto	111	7E-05	14.42	365	38
Rural Combi	5	7E-05	14.42	365	2
Micro	4	4.504	14.42	365	94,803
Omnibus 2 Ejes	14	4.504	14.42	365	331,810
Omnibus 3 Ejes	0	2.631	14.42	365	-
Camión 2 ejes	36	4.504	14.84	365	877,979
Camión 3 Ejes	0	3.285	14.84	365	-
Semi Traylor T3S3	7	4.991	14.84	365	189,177
Total de Vehiculos	177		ESAL		1,493,809.4
				FD	0.50
				FC	1.00
				Fp	1.00

ESAL Diseño	7.47E+05
--------------------	-----------------

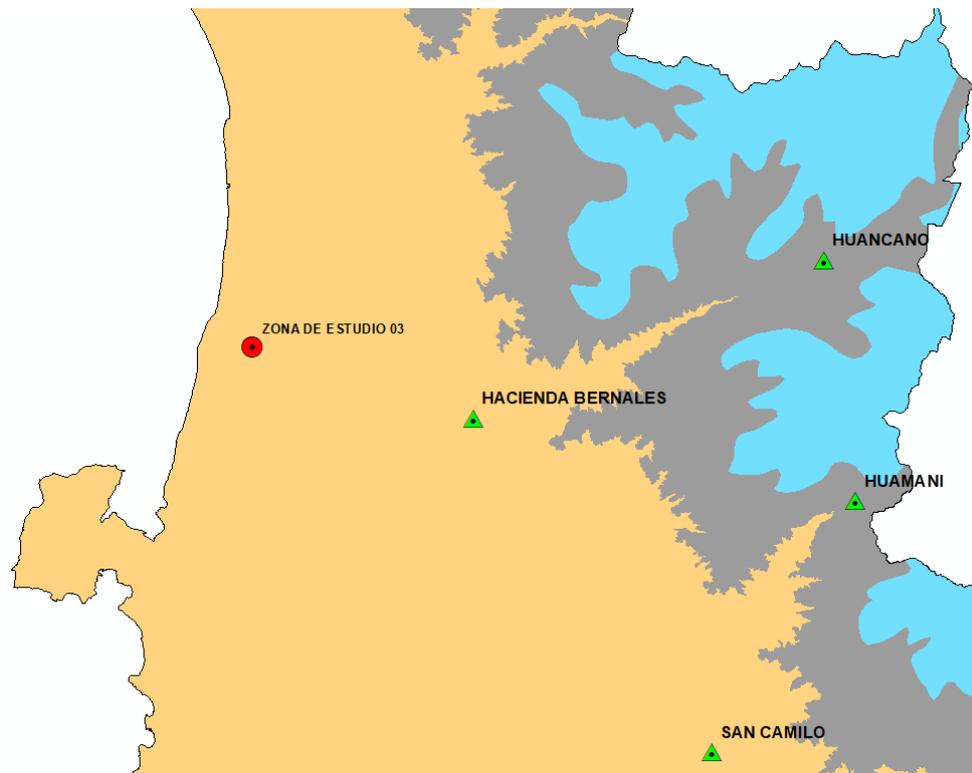
Fuente: Delgado Yafac, G. E. (2020). Selección y diseño de pavimento de bajo tráfico con tratamiento superficial del paso inferior San Clemente-Pisco-Ica 2020.

Considerando los datos que nos brindan en este trabajo de investigación procedemos a hacer la corrección del Grado de Desempeño (PG):

- a) Según la ubicación de la carretera en estudio, esta se ubica en la cerca de la estación Hacienda Bernales, con coordenadas E: 374154.88 m, N: 8487307.06 m, ubicadas en el plano de la siguiente manera:

Figura N° 29

Ubicación de la Zona de Estudio 03, de la Región Ica



Fuente: Elaboración Propia

b) Como podemos observar, la carretera se encuentra en la zona de PG 70-10, siendo este un valor para condiciones sin estimar carga vehicular y velocidades, procedemos a estimar este valor considerando estos factores.

Según la figura 10 del Capítulo II, podemos observar como partiendo del ESAL y Velocidad de tráfico se aplica esta corrección:

Tenemos:

ESAL = $7.47E+05$, proyectado al 2029

Velocidad = Como este proyecto se ubica en la panamericana sur, se suma una velocidad entre 20 a 90 km/h

Según la figura 10 de corrección por tráfico y velocidad, tenemos que:

Para ESAL entre 0.3 a $3 E+06$ y para velocidades entre 20 y 90 km/h, que es lo que tenemos para este tramo, se debe de aumentar 1 Grado de Desempeño (PG),

como primeramente se obtuvo el PG 70-10 sin los factores anteriormente mencionados, para hacer efecto de estos, este se modifica y aumenta a PG 76-10, con este resultado tenemos ya el Grado de Desempeño (PG) corregido para estos factores.

Según las vías analizadas podemos observar que el tráfico de las regiones Lima, Ancash e Ica es lento, esto debido a la constante presencia de vehículos pesados, sumándole a esto que en su mayoría son carreteras de dos carriles, uno de ida y uno de vuelta, esto las deteriora, añadiendo el daño por gradiente térmico, Superpave con el Grado de Desempeño (PG) toma en consideración todos estos factores para así poder tener un mejor desempeño de las vías.

El Mapa de Grado de Desempeño (PG) es una herramienta que zonifica las regiones de Lima, Ancash e Ica por PG según su temperatura (principal componente), se pudo crear esta herramienta considerando la base de datos de las estaciones meteorológicas extraídas del ANA, la clasificación climática según Thornwhite y las curvas de nivel para cada región en estudio, teniendo toda esta información representativa, se escogieron las vías anteriormente analizadas para poder observar cual es su Grado de Desempeño (PG) según su ubicación dentro del Mapa, y posteriormente aplicar las correcciones por tráfico y velocidad.

6.3. Comparación del Grado de Desempeño (PG) por modelo matemático

Como caso aplicativo se calculó con los registros de las temperatura máxima y mínima del pavimento se procedió a definir el Grado de Desempeño (PG) en las respectivas estaciones meteorológicas de las tres regiones en estudio Lima, Ancash e Ica Se realizó el cálculo con los modelos SHRP (1994), LTPP (1996), LTPP (1998-2000) y LTPP (2004). Se procedió a la predicción de la temperatura del pavimento, además de permitir cuantificar la diferencia con los modelos existentes de SHRP y comparar los PG calculados por ambos modelos (SHRP Y LTPP). Esto nos permitió validar modelos para las relaciones entre condiciones ambientales y las condiciones de las propiedades de los materiales del pavimento, al momento de seleccionar el ligante asfáltico.

6.3.1. Lima

Tabla N° 39

Comparación GD temper. máx. y mín.: Modelos SHRP y LTPP, Lima.

ESTACION	Temperatura Maxima (C°)		
	Modelo SHRP Original (1994)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004)
CANTA	40.99	50.03	56.54
HUARANGAL	48.23	55.98	62.81
LA CAPILLA 2	50.26	57.80	64.82
MATUCANA	43.97	52.53	59.16
ÑAÑA	46.35	54.50	61.29
PACARAN	49.77	57.48	64.53
SOCSI CAÑETE	48.62	56.60	63.74
VILCA	39.56	49.01	55.54
YAUYOS	47.43	55.49	62.55
ALCANTARILLA	48.62	56.13	63.10
CAJATAMBO	39.71	48.76	55.20
CAMAY	47.78	55.41	63.20
HUAYAN	50.26	57.56	64.75
LOMAS DE LACHAY	47.97	55.68	62.93
OYON	40.53	49.47	63.88
PAMPA LIBRE	49.34	56.67	64.19
PARAMONGA	45.82	53.76	60.84
PICOY	43.71	52.11	59.28

ESTACION	Temperatura Minima (C°)		
	Modelo C-SHRP (Canada) (1994)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000)
CANTA	3.05	8.01	2.81
HUARANGAL	7.26	11.51	5.83
LA CAPILLA 2	6.35	10.68	4.45
MATUCANA	3.06	7.99	2.52
ÑAÑA	5.14	9.71	3.51
PACARAN	5.88	10.25	4.33
SOCSI CAÑETE	8.08	12.07	6.61
VILCA	-5.67	0.66	-5.34
YAUYOS	3.55	8.34	2.86
ALCANTARILLA	5.85	10.39	3.93
CAJATAMBO	0.96	6.36	1.22

CAMAY	10.17	14.01	8.34
HUAYAN	7.46	11.71	6.19
LOMAS DE LACHAY	9.75	13.62	8.55
OYON	0.49	5.94	0.91
PAMPA LIBRE	2.16	7.32	-0.60
PARAMONGA	10.16	14.03	8.77
PICOY	1.21	6.53	1.50

Fuente: Elaboración Propia

6.3.2. Ancash

Tabla N° 40

Comparación GD a temper. máx. y mín.: Modelos SHRP y LTPP, Ancash.

ESTACION	Temperatura Maxima (C°)		
	Modelo SHRP Original (1994)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004)
AIJA	39.16	48.15	54.82
BUENA VISTA	52.48	58.90	66.04
HUARMEY	48.15	55.53	62.54
SANTIAGO			
ANTUNEZ DE MAYOLO	46.18	53.81	60.67
CHAMANA	47.98	55.43	62.38
CHIQUIAN	46.29	54.03	61.48
HUACATAMBO	48.43	55.56	62.60
MALVAS	39.75	48.67	54.96
RECUAY	43.89	51.99	58.54
YUNGAY	47.28	54.61	61.55

ESTACION	Temperatura Minima (C°)		
	Modelo C-SHRP (Canada) (1994)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000)
AIJA	-0.69	5.03	-0.50
BUENA VISTA	10.34	14.28	9.09
HUARMEY	8.07	12.33	7.00
SANTIAGO			
ANTUNEZ DE MAYOLO	-0.85	4.91	-0.67
CHAMANA	4.84	9.61	3.58
CHIQUIAN	-1.36	4.44	-1.18

HUACATAMBO	5.09	9.90	4.30
MALVAS	3.47	8.49	3.33
RECUAY	-1.85	4.07	-1.02
YUNGAY	0.39	5.98	-0.30

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3. Ica

Tabla N° 41

Comparación GD a temper. máx. y mín: Modelos SHRP y LTPP, Ica.

ESTACION	Temperatura Maxima (C°)		
	Modelo SHRP Original (1994)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (2004)
OCUCAJE	52.94	60.43	67.73
PALPA	53.17	60.66	67.87
PAMPA BLANCA	48.83	57.06	63.87
SAN CAMILO	52.09	59.67	66.77
HACIENDA BERNALES	48.78	56.90	63.80
HUAMANI	48.95	57.06	63.95
HUANCANO	48.55	56.67	63.68
SAN JUAN DE YANAC	41.14	50.55	57.14
SAN PEDRO HUACARPANA	37.85	47.84	54.62

ESTACION	Temperatura Minima (C°)		
	Modelo C-SHRP (Canada) (1994)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1996)	Modelo LTPP (Long Term Pavement Performance) Bind (1998-2000)
OCUCAJE	2.59	7.33	1.89
PALPA	2.92	7.59	1.49
PAMPA BLANCA	6.02	10.21	5.17
SAN CAMILO	4.35	8.84	3.27
HACIENDA BERNALES	6.46	10.64	5.24
HUAMANI	2.94	7.69	1.78
HUANCANO	4.96	9.40	3.65
SAN JUAN DE YANAC	7.58	11.63	6.67

SAN PEDRO HUACARPANA	-5.00	1.13	-5.18
-------------------------	-------	------	-------

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a las tablas 41, 42 y 43, haciendo la comparación de los modelos matemáticos del SHRP y LTPP, los modelos LTPP del 2000 y 2004 para temperaturas mínimas y máximas respectivamente, son los que tienen las ecuaciones más actualizadas a raíz de estudios de campo y con base de datos más sólidas, es por esto que para la presente investigación usamos estos modelos matemáticos para lo que fue el cálculo de Grado de Desempeño (PG) y posterior generación del Mapa de Grado de Desempeño (PG).

6.4. Contrastación de Hipótesis

6.4.1. Hipótesis Especifica 1:

Hipótesis Alternativa (Hi1): Existen los componentes para desarrollar el Grado de Desempeño (PG) en las regiones Lima, Ancash e Ica.

Hipótesis Nula (H01): No existen los componentes para desarrollar el Grado de Desempeño (PG) en las regiones Lima, Ancash e Ica.

De acuerdo a los modelos matemáticos, obteniendo las temperaturas máximas y mínimas de las diferentes estaciones climáticas de los últimos 20 años de las regiones Lima, Ancash e Ica, contamos con los componentes necesarios mostrados en las tablas 8, 9 y 10 para aplicar las formulas del SHRP y LTPP obteniendo como resultado el Grado de Desempeño (PG).

Por ende, Hi1 es válido.

6.4.2. Hipótesis Especifica 2:

Hipótesis Alternativa (Hi2): Son los modelos matemáticos más recientes los cuales nos dan los valores más conservadores del Grado de Desempeño (PG) en las regiones Lima, Ancash e Ica.

Hipótesis Nula (H02): No son los modelos matemáticos más recientes los cuales nos dan los valores más conservadores del Grado de Desempeño (PG) en las regiones Lima, Ancash e Ica.

Después de aplicar los modelos matemáticos del SHRP y el LTPP mostrados en las tablas 42, 43 y 44 se observa que los modelos de temperatura máxima LTPP (2004) y de temperatura mínima LTPP (1998-2000), que son los más recientes y con una base de datos más sólida, resultan dar los mejores valores para las temperaturas máximas y mínimas, las que fueron utilizadas para el cálculo del Grado de Desempeño (PG).

Por ende, Hi2 es válido.

6.4.3. Hipótesis Especifica 3:

Hipótesis Alterna (Hi3): Las correcciones en función al tráfico y la velocidad modifican el Grado de Desempeño (PG) en carreteras específicas de las regiones Lima, Ancash e Ica.

Hipótesis Nula (H03): Las correcciones en función al tráfico y la velocidad no modifican el Grado de Desempeño (PG) en carreteras específicas de las regiones Lima, Ancash e Ica.

Una vez obtenido los Grados de Desempeño (PG) se aplicaron correcciones de 1 o 2 Grados de Desempeño (PG) debido a la velocidad y carga de tráfico dentro de las carreteras evaluadas en cada region, todo esto desarrollado en el Capítulo 6.2. Corrección del Grado de Desempeño (PG) en función al nivel de tráfico y velocidad.

Por ende, Hi3 es válido.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al objetivo general, se logró elaborar el Mapa de Grado de Desempeño (PG) según clasificación Superpave para la elección del ligante asfáltico en las regiones de Lima, Ancash e Ica, mediante la recopilación de la información de un total de 37 estaciones extraídas del ANA distribuidas en el área de estudio comprendida por las regiones de Lima, Ancash e Ica, aplicando también los modelos matemáticos del SHRP y LTPP en todas sus versiones. El cual será de mucha ayuda para los proyectistas de pavimentos que deseen utilizar este nuevo sistema, ya que este tiene como principal característica clasificar los ligantes asfálticos por temperatura, considerando que dentro de las regiones en estudio se presenta una gran variedad de zonas climáticas, también tenemos correcciones por carga de tráfico y velocidad las cuales harán más confiables el diseño de las vías.
2. De acuerdo al objetivo específico 1, mediante el análisis de componentes necesarios para generar el Mapa de Grado de Desempeño (PG), se encontró una base de datos de un total de 37 estaciones meteorológicas, las cuales fueron extraídas del ANA, dentro de esta base de datos encontramos algunas estaciones con datos incompletos los cuales con ayuda de herramientas estadísticas se completaron, con respecto al mapa climático, este se obtuvo de la base de datos del SENAMHI, el cual para nuestro país es clasificado según Thornthwaite, este junto a las curvas de nivel (cada 100 metros) fueron la base para la generación del Mapa de Grado de Desempeño (PG).
3. De acuerdo al objetivo específico 2, se estableció que las diferencias del cálculo de Grado de Desempeño (PG) para los modelos SHRP (1994), LTPP (1996), LTPP (1998-2000) y LTPP (2004), es que desde 1994 que fue el primer modelo, se han ido modificando, con la ayuda de estudios de campo a las vías diseñadas con este método, también fueron modernizando con nuevas tecnologías de recopilación de datos meteorológicos y llegando a los modelos que rigen en la actualidad LTPP (1998-2000) y LTPP (2004) para temperaturas mínimas y máximas respectivamente.
4. De acuerdo al objetivo específico 3, los valores que presentamos en el Mapa de Grado de Desempeño (PG) son únicamente por temperaturas, considerando una velocidad

constante mayor a 90km/h, al aplicar las correcciones por tráfico y velocidad en las vías de estudio, los valores de Grado de Desempeño (PG) fueron modificados teniendo en consideración las cargas de tráfico vehicular a las que estas son sometidas, de la misma forma con la velocidad, ya que dentro de las vías de estudio, estas son en su mayoría de tráfico lento, factores que son determinantes para la corrección, de esta manera obtener un diseño óptimo abarcando todos los factores: clima, carga de tráfico y velocidad.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para la selección de ligantes asfálticos en la construcción de pavimentos de carreteras de la red de infraestructura vial en las regiones de Lima, Ancash e Ica, se recomienda el uso del Mapa de grado de desempeño (PG) para ligantes asfálticos según clasificación Superpave, por su facilidad en su uso y por la consistencia metodológica empleado en su elaboración, que permite que se siga con este estudio con más profundidad, debido a que esto contribuirá a mejorar la clasificación de Ligante Asfáltico que existe en el Perú.
2. Se recomienda que se exista una mejor y mayor base de datos con respecto a las Temperaturas Máximas y Mínimas ya que la información que existe en el Perú es muy escasa para los requerimientos del cálculo de Grado de Desempeño (PG) según la clasificación Superpave.
3. Se recomienda usar la metodología Superpave, en la selección del ligante asfáltico, al ser una metodología basada en características climatológicas de la zona, en la velocidad y carga de tráfico, donde se va a construir el pavimento.
4. Se recomienda ir actualizando el Mapa de Grado de Desempeño (PG) de esta investigación, conforme se vayan actualizando las bases de datos climáticas tanto del ANA como del SENAMHI y de la misma manera que se vayan actualizando los modelos matemáticos.

REFERENCIAS

- Agramonte, A. (2019). *Características Volumétricas y mecánicas de mezclas Asfálticas en Caliente Elaboradas con la aplicación del método Marshall y Granulometría Superpave en la Ciudad de Juliaca*. Universidad Andina Néstor Cáceres Vbelásquez, Juliaca - puno. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/T036_46479437_T.pdf
- Aguilar, D. (2019). *Análisis de desempeño por humedad de una mezcla asfáltica convencional con gradación MARSHALL y SUPERPAVE*. (Tesis de grado), Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.
- Arteaga, L. A. (2017). *Comparación de Zonificaciones SUPERPAVE para Chile y Cuantificación de la Influencia del Cambio Climático en la Selección del Ligante Asfáltico*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/24011/3560900258239UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Avila, M. F. (2016). *Clasificación climática según la metodología de Thornthwaite*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Bariani, L., Goretti, L. M., Pereira, J. A., & Barbosa, J. (2010). *Pavimentos De Asfalto Superiores (SUPERPAVE)*. Rio de Janeiro: ABECA.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación* (3era ed.). Colombia: Pearson Educación.
- Bonilla, E. (2013). *Determinación del Tipo de Cemento Asfáltico según el Grado de Desempeño, de acuerdo con la Zonificación Climática y las Cargas de Tránsito del país*. San José: Universidad de Costa Rica. Obtenido de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3115/1/35008.pdf>
- Contreras, C. (2007). *Mapa de Recomendación de Uso de Ligantes Asfálticos Según Clasificación Superpave, Aplicado al Tramo entre Santiago y Los Angeles*. Santiago: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104591>
- Crespin, R., Santa Cruz, I., & Torres, P. (2012). *Aplicación del método Marshall y granulometría Superpave en el diseño de mezclas asfálticas en caliente con asfalto clasificación grado de desempeño*. (Tesis de pregrado), Universidad de El

- Salvador, San Salvador. Obtenido de https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1796/1/TESIS_FULL_CORR.pdf
- Duarte, L. M., & Lizcano, E. V. (2012). *Evaluación de las ventajas y desventajas de usar en Colombia las especificaciones técnicas de Superpave para diseño de mezcla asfáltica convencional*. (Tesis de grado), Universidad Pontificia Bolivariana Seccional, Bucaramanga - Colombia. Obtenido de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2157/digital_23947.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Escalante, J. (2020). Conferencia virtual de Determinación del PG del asfalto para los proyectos de Infraestructura vial. *Grupo TDM*. (págs. 1-12). Lima, Peru.: TDM.
- Garnica, P., Delgado, H., & Sandoval, C. (2005). *Análisis comparativo de los métodos Marshall y Superpave para compactación de mezclas asfálticas*. *Publicación técnica*. Sanfandila. Qro: INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt271.pdf>
- Guerreo, N. H., & Albitres, C. M. (2015). La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú. *Perfiles de ingeniería, Vol. 2*(No. 15).
- Huamán, N. (2006). *Pavimentos asfálticos*. . Lima, Perú.: Diplomado Universidad Nacional de Ingeniería,.
- Huamán, N. (2011). *La Deformación Permanente e las Mezclas Asfálticas y el consecuente deterioro de los Pavimentos Asfálticos en el Peru*. (Tesis de postgrado), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Huamán, N. (2020). Tecnología Superpave. *Conferencia EsVial. UNMSM*. Lima: EsVial.
- Jiménez, M. (2012). Consideraciones generales sobre la compactación de especímenes de mezcla asfáltica en caliente (MAC) en el Compactador Giratorio Superpave. *Métodos y Materiales, Vol. 2*(No. 1), 1-20.
- LTPP-FWHA. (1998). *LTPP Data Analysis: Improved Low Pavement Temperature Prediction*. Virginia: Federal Highway Administration. Retrieved from <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/ltp/97104/97104.pdf>
- Marín, C. R., & Gúzman, M. R. (2003). *Marín Uribe, C. R., & Guzmán Meléndez, M. R. (2003). Comparación de las mezclas diseñadas por el método Marshall y las diseñadas por el método Superpave*. (Tesis de pregrado), Universidad del Cauca.

Obtenido de
<http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/499/COMPARACI%C3%93N%20DE%20LAS%20MEZCLAS%20DISE%C3%91ADAS%20POR%20EL%20M%C3%89TODO%20MARSHALL%20Y%20LAS%20DISE%C3%91ADAS%20POR%20EL%20M%C3%89TODO%20SUPERPAVE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez, J. C., & Ventocilla, J. C. (2009). *Rehabilitación de pavimentos del aeropuerto del cusco usando modificadores de asfalto*. (Tesis de grado), Universidad Ricardo Palma, Lima- Perú. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/martinez_jc-ventocilla_jc.pdf

Mc Gennis, R. B. (1994). *Background of Superpave asphalt mixture design and analysis*. Virginia: Federal Highway Administration. Retrieved from <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/pubs/013177.pdf>

Mendèz, R. (2017). *Pavimentos De Asfalto Superiores (SUPERPAVE)*. Lima-Perú.

Mendoza, M. L., & Lázares, W. G. (2003). *Ensayo de módulo resiliente. XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil*. Iquitos, Perú.

Miranda, E. B. (2013). *Determinación del tipo de cemento asfáltico según el grado de desempeño, de acuerdo con la zonificación climática y las cargas de tránsito del país*. San José: Universidad de Costa Rica.

Mohseni, A. (1996). *LTPP Seasonal Asphalt Concrete (AC) Pavement Temperature Models*. Virginia: Federal Highway Administration. Retrieved from <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/ltp/97103/97103.pdf>

Mohseni, A. C. (2004). *Development of SUPERPAVE High-Temperature Performance Grade (PG) Based on Rutting Damage*. California: Association of Asphalt Paving Technologists (AAPT). Retrieved from <http://worldcat.org/oclc/70700638>

Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: Guía didáctica*. Neiva: Universidad Surcolombiana.

Padilla, A. (2012). *Deformaciones plásticas en capas de rodadura de pavimentos asfálticos. Cuadernos de trabajo*. Lima: UPC. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065-15.pdf?sequence=15&isAllowed=y>

Pineda, E., & Hernández, C. (2014). *COMPARACIÓN DE DISEÑOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EMPLEANDO EL MÉTODO MARSHALL Y EL COMPACTADOR*

- Y EL COMPACTADOR GIRATORIO SUPERPAVE.* (Tesis de pregrado), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil -Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2729/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-98.pdf>
- Rivero, M. A. (2018). *Diseño de una mezcla asfáltica en caliente mediante la metodología superpave con la incorporación de 25% de pavimento asfáltico reciclado (rap), más ensayos de rueda de Hamburgo y módulo de rigidez.* Lima: MTC.
- Rodríguez, E. (2013). *Análisis de la metodología superpave para el diseño de mezclas asfálticas en las carreteras de Manabí.* Marabí- Ecuador: (tesis doctoral).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). *Perú: temperatura promedio, máxima y mínima.* Lima - Perú: SENAMHI. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1416/mapas.pdf
- Spinel, S. C., Triviño, L. C., & Hormaza, B. C. (2003). Modelación del ahuellamiento en mezclas asfálticas de pavimentos. *Revista de Ingeniería, Vol. 18*, 41-47.
- Suárez, J. F. (2003). *Caracterización de asfaltos con tecnología "superpave" y análisis de ahuellamiento.* (Tesis doctoral), Universidad de los Andes, Santafé de Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10788/u234692.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Teatin, P. R., & Azuero, C. F. (2015). *Evaluación del efecto del envejecimiento del cemento asfáltico 80-100 modificado con lignina en el horno de película delgada.* Lima-Perú.
- Uribe, C. R., & Meléndez, M. R. (2007). Modelación de una estructura de pavimento utilizando los módulos dinámicos obtenidos en laboratorio aplicando las metodologías Marshall y Superpave. *Revista Ingenierías, Vol. 6*(No. 11), pp. 53-63.
- Uribe, M. A. (2016). *Curso regional de geotecnia y pavimentos. Diseño de pavimentos rígidos.* SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO. 10 DE JUNIO DE 2016: Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres A.C. Obtenido de http://www.amivtac.org/spanelWeb/file-manager/Biblioteca_Amivtac/Cursos%20AMIVTAC/curso-geotecnia/Curso-Geotecnia-y-Pavimentos-Qro.pdf

Zuñiga, R. (2015). *Mezcla asfáltica en caliente*. Santiago de Chile: Ministerio de Obras Públicas. Obtenido de <http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/Mezclas%20Asf%C3%A1lticas%20Curso%20C%20Junio%202015.pdf>

ANEXOS

Anexo N° 1

Temperat. máx. y mín. mensual, EC Lomas de Lanchay–Lima.1997-2017

Estación: LOMAS DE LACHAY

Latitud: -11.36

Longitud: -77.36

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	26,56	28,94	29,65	27,96	25,54	20,15	20,18	21,60	21,36	25,73	21,16	25,97	29,65
1998	27,80	28,70	29,00	24,80	24,60	23,00	19,60	19,60	20,40	21,40	22,80	25,20	29,00
1999	25,30	29,80	30,00	26,60	24,50	20,00	17,90	20,32	20,54	24,12	22,00	27,00	30,00
2000	26,60	28,90	30,80	28,23	25,81	20,60	24,80	24,60	23,20	25,20	25,00	27,80	30,80
2001	30,60	30,00	32,80	30,50	27,80	22,40	22,50	19,80	19,80	26,20	24,40	29,80	32,80
2002	25,80	29,20	30,00	26,00	27,00	21,00	18,00	17,00	19,40	23,50	25,00	25,40	30,00
2003	27,50	29,00	29,00	27,50	25,00	20,80	21,50	19,50	19,50	24,60	23,80	25,50	29,00
2004	27,50	30,00	29,00	27,20	25,20	18,50	21,68	19,00	20,50	21,00	22,50	26,00	30,00
2005	27,40	29,40	29,00	28,40	23,00	19,50	20,00	19,00	18,40	20,00	23,00	24,80	29,40
2006	29,40	30,00	32,00	27,40	25,40	21,00	23,60	20,00	20,60	22,80	25,00	26,00	32,00
2007	29,00	29,20	28,80	28,60	27,00	20,50	19,50	16,00	18,00	20,00	23,80	25,00	29,20
2008	30,00	31,60	30,50	30,00	25,80	19,40	19,00	15,56	16,85	16,89	17,36	18,00	31,60
2009	29,78	30,57	30,00	29,50	27,90	21,20	22,20	18,60	19,80	21,40	25,00	26,40	30,57
2010	27,60	30,20	29,00	30,00	25,00	20,40	17,00	18,40	22,00	20,90	22,80	26,20	30,20
2011	28,80	30,00	30,20	28,00	25,50	23,20	23,18	16,80	18,80	21,40	24,00	28,20	30,20
2012	30,40	30,30	31,20	30,80	27,80	23,80	22,20	18,50	19,50	23,00	24,00	26,80	31,20
2013	28,50	30,80	31,00	29,00	25,40	21,40	21,00	18,20	20,00	22,00	26,00	27,00	31,00
2014	30,60	30,60	30,50	26,80	25,00	22,00	17,50	18,40	21,80	22,80	24,20	25,80	30,60
2015	28,00	31,70	31,20	27,80	27,00	24,70	24,20	22,40	22,40	22,40	23,50	26,80	31,70
2016	30,00	31,60	30,80	29,60	27,80	21,20	21,00	19,20	21,80	23,40	26,50	28,80	31,60
2017	32,40	33,00	33,20	30,60	28,60	22,00	21,50	19,70	20,00	23,50	23,90	25,80	33,20

TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	16,60	14,80	13,00	16,80	13,20	14,70	15,00	14,80	15,60	14,00	16,20	18,10	13,00
1998	20,20	20,00	20,00	17,00	14,80	13,80	13,40	11,80	11,80	12,50	12,80	13,60	11,80
1999	15,20	18,20	16,80	15,00	12,40	12,00	11,20	10,00	11,00	12,50	12,40	14,40	10,00
2000	16,00	16,00	15,00	15,00	12,40	12,80	12,00	12,00	11,20	12,00	11,00	13,80	11,00
2001	16,00	18,00	16,00	13,50	12,00	11,00	11,40	11,00	11,20	10,80	12,40	11,00	10,80
2002	15,00	16,80	18,00	15,80	13,00	11,20	11,00	11,20	11,80	12,60	13,00	15,00	11,00
2003	17,00	18,20	16,80	14,20	12,00	12,00	11,60	11,20	11,60	12,00	13,40	14,60	11,20
2004	16,80	17,20	17,00	14,00	12,20	11,80	10,11	11,00	12,00	12,00	13,00	14,00	10,11
2005	17,00	17,40	17,00	16,00	12,80	12,00	11,60	11,60	11,80	11,80	11,60	14,00	11,60
2006	17,00	18,80	18,00	14,40	11,80	12,00	13,00	13,00	12,00	13,00	13,20	15,00	11,80
2007	17,00	17,00	17,20	15,80	12,80	11,60	11,40	10,80	10,00	10,80	12,40	14,20	10,00
2008	16,00	17,80	18,80	15,00	12,80	12,00	12,60	12,80	12,40	12,60	13,90	14,50	12,00
2009	16,80	18,20	18,20	15,00	14,00	13,30	13,40	12,30	12,60	12,70	13,40	14,90	12,30
2010	17,50	18,20	17,00	15,00	14,00	12,40	10,60	10,40	10,40	11,50	11,80	13,00	10,40
2011	15,60	17,00	15,20	15,00	13,40	14,00	12,20	11,40	11,50	11,70	13,00	14,60	11,40
2012	16,40	17,00	16,40	15,80	14,80	14,40	14,00	11,90	12,30	12,90	13,60	14,20	11,90
2013	16,20	17,20	16,00	14,00	12,50	11,70	11,20	10,90	10,80	11,50	12,40	14,50	10,80
2014	16,40	17,00	15,80	15,00	15,40	14,80	12,50	11,60	12,10	12,00	13,40	15,00	11,60
2015	15,70	18,00	17,60	15,80	15,40	15,50	13,50	13,00	13,80	14,20	14,60	15,20	13,00
2016	16,20	18,60	17,80	16,00	14,80	13,10	12,60	12,20	12,60	13,50	13,60	14,40	12,20
2017	17,00	19,00	18,00	16,00	15,00	13,80	12,70	11,40	11,60	11,90	12,40	14,70	11,40

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 2

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huayan – Lima. 1997-2017

Estación: HUAYAN

Latitud: -11.45

Longitud: -77.11

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Máxima (C°)
1997	29,40	31,40	31,60	29,80	29,00	29,20	27,40	27,00	28,00	27,40	28,40	30,20	31,60
1998	32,60	33,60	33,20	32,60	31,20	26,40	24,60	25,40	25,00	28,40	25,90	27,60	33,60
1999	29,60	30,20	31,00	30,20	28,80	25,20	23,40	25,00	26,00	26,20	28,40	28,40	31,00
2000	30,80	31,80	31,40	30,40	29,00	26,40	23,80	22,80	26,00	25,60	29,00	28,40	31,80
2001	29,60	31,40	32,20	31,40	28,40	24,60	23,80	22,80	24,40	25,40	27,60	29,60	32,20
2002	30,00	30,80	31,60	30,00	29,80	24,80	22,80	22,80	24,40	29,60	27,40	30,00	31,60
2003	30,00	31,60	31,80	31,60	29,20	25,20	25,80	24,20	24,00	28,60	29,40	29,20	31,80
2004	30,80	32,60	31,60	30,60	29,86	22,60	25,60	24,80	24,40	25,80	27,80	29,40	32,60
2005	30,18	31,60	31,56	30,60	27,80	24,00	22,40	22,20	24,00	26,60	27,60	29,20	31,60
2006	30,20	31,80	31,60	30,77	28,40	22,00	22,60	22,60	24,40	25,40	27,80	29,20	31,80
2007	30,20	31,69	31,46	30,76	30,40	25,20	22,40	20,80	22,60	25,00	25,80	29,20	31,69
2008	31,40	31,80	32,20	31,80	30,80	25,80	25,80	24,80	24,40	25,80	27,40	29,40	32,20
2009	31,80	31,60	32,20	32,20	30,40	25,40	25,40	24,60	24,80	27,60	28,00	28,60	32,20
2010	31,00	32,00	31,80	32,20	28,80	25,60	22,20	24,60	27,00	25,40	26,40	30,20	32,20
2011	34,40	32,20	32,20	31,20	29,40	29,00	23,20	23,20	25,60	26,80	27,80	30,60	34,40
2012	31,60	31,60	32,00	31,80	29,80	26,20	25,20	24,60	25,00	28,60	27,80	30,20	32,00
2013	31,60	33,00	33,00	31,40	29,20	24,80	25,20	24,20	27,40	26,40	29,40	29,60	33,00
2014	31,60	31,60	31,80	31,20	28,00	26,40	23,80	25,20	27,60	29,00	28,20	30,40	31,80
2015	30,60	33,80	32,80	31,40	30,20	28,00	28,40	26,40	27,40	28,80	29,00	31,80	33,80
2016	31,80	34,20	34,60	32,80	31,80	26,00	25,80	25,20	28,80	28,80	30,80	31,80	34,60
2017	34,80	34,80	34,60	33,00	31,20	26,80	24,80	24,80	27,40	29,20	28,20	30,00	34,80
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Mínima (C°)
1997	16,00	16,20	15,80	14,80	14,00	13,80	14,20	14,40	14,20	13,40	15,20	17,60	13,40
1998	20,00	21,20	17,20	12,00	15,00	15,00	13,00	13,20	11,00	12,40	11,60	12,00	11,00
1999	15,00	18,40	16,80	15,20	11,80	11,00	11,40	10,80	9,60	12,60	11,40	15,20	9,60
2000	16,80	16,40	15,80	16,20	11,00	12,40	8,80	11,40	10,60	11,00	10,20	14,80	8,80
2001	16,60	18,60	17,80	15,60	10,80	11,80	12,00	11,60	11,00	11,20	10,60	14,40	10,60
2002	15,00	17,60	18,20	16,00	13,00	11,40	11,80	12,40	12,60	12,60	13,60	14,20	11,40
2003	16,40	17,60	17,00	14,20	13,60	10,20	8,80	9,20	12,60	11,20	11,00	14,80	8,80
2004	15,20	17,40	17,00	14,60	11,86	11,00	10,80	10,40	11,40	12,20	12,80	13,80	10,40
2005	15,61	13,40	17,68	16,20	10,20	10,80	12,40	11,40	12,60	12,60	11,80	13,20	10,20
2006	16,20	9,40	17,60	15,91	13,00	12,00	12,60	12,20	11,40	11,20	12,80	13,40	9,40
2007	16,20	12,68	18,00	16,10	11,20	11,40	12,20	11,60	11,00	10,20	12,00	12,40	10,20
2008	13,40	17,00	16,00	14,60	8,00	11,20	10,20	11,20	12,40	11,00	11,00	13,00	8,00
2009	9,60	9,00	7,60	8,80	6,80	10,20	10,00	10,40	10,60	10,80	11,00	11,00	6,80
2010	11,00	10,80	11,00	11,00	10,40	10,00	10,00	10,00	10,00	11,60	10,40	13,40	10,00
2011	15,20	15,80	14,80	15,40	10,40	11,80	11,20	12,40	11,40	11,20	12,80	14,20	10,40
2012	16,40	17,40	17,80	16,20	12,40	12,00	11,20	12,60	11,80	12,60	14,40	14,80	11,20
2013	16,60	17,40	16,40	14,80	12,00	10,80	12,20	11,20	11,40	12,40	12,80	15,20	10,80
2014	17,00	17,60	17,00	15,40	14,80	13,60	13,20	12,80	13,20	13,40	14,20	15,20	12,80
2015	15,80	19,40	18,40	17,00	15,80	13,80	14,00	13,80	12,80	13,80	13,00	15,00	12,80
2016	16,20	19,00	19,00	16,00	13,80	10,20	12,80	11,60	11,80	12,40	11,80	14,00	10,20
2017	16,20	18,80	18,80	16,00	14,80	10,00	12,20	10,20	10,40	11,40	10,60	13,40	10,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 3

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Alcantarilla – Lima. 1997-2017

Estación: ALCANTARILLA

Latitud: -11.05

Longitud: -77.55

TEMPERATURA MÁXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Máxima (°C)
1997	30,20	31,00	31,80	30,40	29,00	29,20	27,20	27,00	27,20	26,00	29,00	30,60	31,80
1998	32,70	32,80	32,40	32,40	29,20	25,30	24,20	22,40	24,00	24,00	25,80	28,60	32,80
1999	29,10	30,60	30,00	27,70	25,80	24,20	23,00	24,00	23,80	24,60	26,60	28,00	30,60
2000	30,00	30,40	31,00	30,20	25,40	25,40	22,80	23,00	24,20	25,00	26,80	28,20	31,00
2001	29,90	30,60	31,40	30,20	27,80	21,40	23,50	21,70	22,00	24,40	25,40	28,00	31,40
2002	29,00	30,60	31,00	30,00	28,40	24,20	21,20	21,20	23,10	25,00	25,80	28,00	31,00
2003	30,00	31,40	31,00	30,20	24,80	24,20	23,10	22,00	22,90	23,90	25,80	28,20	31,40
2004	30,00	31,20	30,60	29,40	26,40	22,90	23,80	23,20	23,40	25,40	25,80	28,80	31,20
2005	30,00	29,80	30,60	30,40	26,40	23,00	22,00	22,60	22,20	23,60	26,40	29,60	30,60
2006	31,20	31,50	31,60	29,60	27,60	23,80	23,80	23,60	23,60	24,00	25,40	27,40	31,60
2007	31,60	31,40	31,40	28,00	26,80	20,80	21,80	21,00	22,20	22,20	25,20	27,80	31,60
2008	30,80	30,80	29,80	30,20	26,60	24,20	22,80	24,80	23,20	23,80	26,00	28,20	30,80
2009	31,20	31,80	31,20	29,20	27,20	25,80	26,80	22,80	22,80	24,20	25,20	27,80	31,80
2010	30,20	30,80	30,80	30,80	27,30	23,80	21,60	22,80	23,40	23,20	25,00	26,80	30,80
2011	29,80	31,40	28,40	27,80	25,20	24,20	23,80	21,60	22,20	24,40	25,80	27,80	31,40
2012	29,20	31,20	30,80	30,00	28,00	25,60	24,70	22,60	23,80	24,40	25,80	28,80	31,20
2013	29,60	31,80	31,40	30,00	26,40	24,00	23,40	22,20	22,80	24,00	25,20	28,60	31,80
2014	30,40	29,20	30,00	27,80	27,00	25,40	22,80	22,60	25,00	25,00	26,40	28,20	30,40
2015	30,80	30,85	32,00	29,80	28,50	27,70	26,40	24,20	25,40	25,90	26,70	29,20	32,00
2016	31,70	30,83	31,60	30,80	29,70	24,00	23,20	22,50	25,30	25,00	26,20	29,10	31,70
2017	32,90	30,81	32,40	30,20	29,30	24,10	22,70	21,70	23,20	24,20	25,50	28,50	32,90
TEMPERATURA MÍNIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Mínima (°C)
1997	16,70	15,00	15,80	16,00	15,00	15,60	15,60	15,80	15,60	15,00	16,00	19,80	15,00
1998	20,50	21,80	20,60	17,60	15,40	14,40	12,60	12,80	11,50	12,80	12,00	12,80	11,50
1999	16,00	18,50	16,80	15,40	12,40	11,80	11,00	10,80	10,80	12,70	12,40	14,80	10,80
2000	16,80	17,00	15,80	15,60	12,50	11,90	11,80	13,10	11,20	12,00	11,80	15,80	11,20
2001	17,00	18,80	17,80	16,40	11,80	12,00	13,00	11,80	10,60	11,80	11,40	13,20	10,60
2002	15,00	17,60	18,30	16,00	13,50	11,80	10,20	12,00	12,00	12,80	13,80	13,80	10,20
2003	16,60	18,00	17,00	14,20	11,00	11,30	10,20	10,00	12,90	11,80	12,00	15,40	10,00
2004	14,80	17,10	16,80	14,40	11,80	11,60	10,00	10,60	11,40	12,00	13,50	14,00	10,00
2005	16,40	17,60	17,20	16,00	11,00	10,00	10,80	11,00	13,00	12,00	12,10	12,20	10,00
2006	15,60	18,60	17,80	14,20	11,00	11,20	13,10	13,80	12,00	12,40	12,80	14,90	11,00
2007	17,60	16,80	16,80	15,80	11,20	12,00	11,50	11,60	11,60	10,40	11,20	12,40	10,40
2008	15,40	17,40	17,20	14,40	11,80	11,00	11,60	11,80	12,20	11,80	13,20	14,20	11,00
2009	16,40	17,20	16,80	15,80	14,00	12,60	14,20	12,80	12,60	12,40	13,60	15,20	12,40
2010	18,00	18,00	17,80	16,20	13,80	11,80	10,80	10,00	10,60	11,20	11,40	13,20	10,00
2011	16,50	17,20	16,40	15,80	13,40	14,80	12,00	12,60	11,80	11,00	13,00	14,00	11,00
2012	17,20	17,40	18,20	16,80	13,60	14,00	13,00	13,50	11,80	12,50	13,80	15,20	11,80
2013	16,20	16,80	16,00	14,80	11,00	11,20	12,60	10,40	11,60	11,60	12,00	15,20	10,40
2014	17,40	16,80	17,40	15,20	15,20	13,60	1,00	11,40	12,80	12,80	12,80	13,20	1,00
2015	15,60	16,96	18,70	16,80	16,50	15,30	13,10	14,00	13,40	14,80	14,00	15,20	13,10
2016	15,90	16,89	19,60	17,40	15,50	12,40	11,60	12,00	12,20	12,20	12,00	15,10	11,60
2017	18,10	16,82	20,00	17,50	16,40	14,00	12,70	12,20	12,50	12,50	12,10	15,00	12,10

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 4

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Picoy – Lima. 1997-2017

Estación: PICOY

Latitud: -10.88

Longitud: -76.71

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	19,70	21,20	21,50	24,00	23,60	21,20	24,20	24,80	24,20	23,40	22,00	24,50	24,80
1998	22,40	20,00	21,00	20,80	23,80	22,20	23,30	22,20	23,00	23,00	21,60	19,70	23,80
1999	18,80	18,70	17,20	21,50	21,00	21,20	23,10	23,20	22,60	22,50	21,83	20,13	23,20
2000	22,08	21,97	20,49	21,95	22,90	25,16	24,26	24,59	25,51	24,07	21,79	20,13	25,51
2001	21,91	21,75	20,40	21,73	22,66	24,83	24,04	24,38	25,23	23,85	21,74	20,13	25,23
2002	23,00	20,40	20,50	21,50	23,50	24,40	22,20	24,00	24,50	25,00	20,50	21,00	25,00
2003	21,50	23,00	20,20	22,00	23,00	23,00	24,00	25,00	24,00	23,80	22,00	20,20	25,00
2004	21,00	22,00	25,00	24,00	23,00	25,50	21,40	23,20	26,00	22,00	21,00	20,20	26,00
2005	23,00	24,00	19,60	25,00	25,80	22,50	25,20	24,00	24,40	22,00	23,00	19,00	25,80
2006	20,00	18,00	19,00	20,00	22,00	22,40	23,20	21,40	21,40	22,60	21,40	20,20	23,20
2007	19,50	20,20	19,60	20,00	21,00	25,50	23,80	23,00	23,80	22,50	23,00	21,00	25,50
2008	20,20	19,00	19,90	20,20	21,10	21,50	22,00	21,60	23,00	22,40	22,40	20,80	23,00
2009	20,00	18,00	19,20	22,60	20,80	22,60	23,00	22,50	25,00	22,40	22,20	19,80	25,00
2010	22,80	22,00	22,00	21,00	23,20	21,00	21,40	22,00	22,00	21,60	19,40	17,50	23,20
2011	17,20	18,00	17,40	19,00	23,30	22,00	24,00	24,50	22,50	20,50	20,20	20,40	24,50
2012	20,00	18,00	19,20	20,00	21,00	21,00	21,60	24,50	22,40	21,00	21,00	20,50	24,50
2013	20,00	18,90	19,00	20,40	19,20	22,00	21,40	24,00	22,50	21,00	20,20	19,40	24,00
2014	19,20	19,20	19,80	20,50	20,20	21,00	22,00	22,00	23,00	23,00	20,40	22,00	23,00
2015	21,00	19,20	21,80	20,50	21,60	19,00	20,00	20,40	19,40	21,00	21,00	20,00	21,80
2016	19,20	19,80	20,00	19,20	20,40	20,00	19,40	20,00	21,20	20,50	23,00	20,00	23,00
2017	19,80	18,40	19,03	18,17	20,00	19,60	20,60	20,00	20,00	19,40	21,00	20,40	21,00
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	4,00	3,30	3,00	4,00	2,00	0,50	3,40	3,80	3,00	5,00	4,30	6,80	0,50
1998	6,50	6,40	6,80	5,50	1,50	3,60	2,00	2,50	2,40	4,00	3,80	3,20	1,50
1999	5,00	6,00	4,50	4,80	3,00	2,00	1,50	2,10	4,00	2,40	3,10	3,99	1,50
2000	2,15	4,00	4,67	2,23	1,59	1,46	0,88	1,70	2,74	3,29	3,17	4,08	0,88
2001	2,36	4,15	4,68	2,41	1,71	1,51	0,98	1,74	2,80	3,33	3,24	4,16	0,98
2002	3,30	5,00	5,00	2,50	2,00	2,00	1,20	2,30	1,50	4,50	4,00	3,50	1,20
2003	5,00	2,50	3,00	3,00	3,80	1,80	2,10	1,50	3,80	3,00	2,60	6,50	1,50
2004	1,50	5,00	5,20	1,00	2,50	1,50	2,00	1,80	4,00	4,00	3,00	5,00	1,00
2005	1,80	5,60	5,60	3,50	2,00	1,50	0,10	1,00	3,20	4,50	2,50	3,50	0,10
2006	0,00	6,40	6,00	3,00	0,60	2,40	1,50	3,00	2,20	2,50	4,50	5,50	0,00
2007	3,40	2,00	5,00	5,00	1,40	1,60	0,50	2,00	4,00	3,20	3,80	2,00	0,50
2008	5,50	5,40	3,40	4,80	2,80	2,40	1,50	2,20	2,50	4,00	3,60	3,30	1,50
2009	4,60	7,00	6,00	3,50	3,30	2,00	2,60	1,60	3,20	2,50	4,20	6,00	1,60
2010	6,20	6,00	6,50	4,20	2,60	1,20	1,40	1,20	3,60	3,80	4,20	5,20	1,20
2011	5,40	4,80	2,40	5,00	2,20	-0,80	2,00	3,30	2,80	1,20	4,00	5,20	-0,80
2012	4,20	5,00	6,00	5,00	3,00	2,80	2,00	1,50	4,30	4,00	6,20	6,00	1,50
2013	4,00	6,00	0,80	3,00	2,80	1,80	2,50	3,30	2,50	5,00	3,00	5,00	0,80
2014	5,00	5,40	4,80	5,20	2,80	3,00	3,50	1,80	4,00	5,40	3,80	5,00	1,80
2015	5,00	6,30	5,20	5,00	3,50	2,20	2,80	2,00	4,00	3,80	2,70	5,50	2,00
2016	5,00	7,00	7,00	4,70	3,50	2,40	2,00	3,40	3,00	4,80	5,00	6,20	2,00
2017	6,00	6,00	4,90	5,37	5,20	2,80	2,50	1,80	4,00	3,80	4,40	5,00	1,80

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 5

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Pampa Libre–Lima. 1997-2017

Estación: PAMPA LIBRE

Latitud: -10.86

Longitud: -76.96

TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (°C)
1997	27,09	29,62	26,42	25,02	26,64	26,96	27,01	26,60	27,31	26,72	26,56	27,42	29,62
1998	27,21	29,60	26,56	25,24	26,80	27,07	27,13	26,75	27,41	26,86	26,72	27,52	29,60
1999	27,33	29,57	26,71	25,47	26,95	27,19	27,25	26,89	27,51	27,00	26,88	27,63	29,57
2000	27,45	29,54	26,86	25,70	27,11	27,31	27,36	27,04	27,60	27,14	27,03	27,73	29,54
2001	27,56	29,52	27,00	25,93	27,27	27,42	27,48	27,18	27,70	27,28	27,19	27,83	29,52
2002	27,68	29,49	27,15	26,16	27,42	27,54	27,60	27,33	27,80	27,42	27,35	27,94	29,49
2003	27,80	29,46	27,30	26,39	27,58	27,66	27,71	27,48	27,90	27,56	27,50	28,04	29,46
2004	27,92	26,40	27,45	26,62	29,00	29,20	30,00	29,40	29,00	28,60	29,40	29,20	30,00
2005	30,00	29,20	28,20	28,20	28,20	29,20	28,20	29,00	29,00	29,20	30,20	30,00	30,20
2006	29,20	30,00	29,20	28,00	28,00	29,20	29,20	28,00	29,00	29,00	27,20	30,00	30,00
2007	28,20	40,20	29,20	28,00	28,00	27,20	27,20	28,00	29,00	28,00	28,00	27,20	40,20
2008	29,00	27,20	27,20	27,20	28,00	27,00	27,20	27,00	27,20	27,20	27,00	27,20	29,00
2009	27,20	27,20	27,20	26,20	27,20	27,20	28,00	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	28,00
2010	27,20	27,20	27,20	27,20	30,20	27,20	27,00	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	30,20
2011	26,20	27,20	27,20	26,20	27,00	27,00	27,00	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20
2012	27,20	27,20	27,20	27,20	27,00	27,00	27,20	27,20	27,00	27,20	27,00	28,20	28,20
2013	28,80	27,80	27,80	28,80	29,80	29,80	29,80	29,80	29,80	29,80	29,80	29,80	29,80
2014	29,80	29,80	29,80	29,80	29,90	29,80	29,90	29,80	29,80	29,80	29,80	29,80	29,90
2015	29,80	29,80	29,80	29,80	29,80	29,80	29,60	29,80	29,80	29,80	30,80	30,80	30,80
2016	30,60	30,80	30,60	30,60	30,80	30,20	29,80	30,20	29,80	30,60	30,90	29,80	30,90
2017	30,40	29,60	29,60	29,60	29,60	29,60	30,20	30,20	29,80	29,80	29,80	29,80	30,40
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (°C)
1997	16,94	19,67	18,62	19,08	15,37	14,41	14,86	15,34	15,13	16,54	16,47	17,09	14,41
1998	16,43	18,95	18,01	18,42	14,86	13,97	14,36	14,79	14,64	15,96	15,87	16,49	13,97
1999	15,92	18,24	17,40	17,77	14,36	13,54	13,86	14,24	14,15	15,37	15,26	15,89	13,54
2000	15,41	17,52	16,79	17,11	13,85	13,10	13,36	13,69	13,66	14,79	14,65	15,29	13,10
2001	14,89	16,81	16,18	16,46	13,34	12,67	12,86	13,15	13,16	14,20	14,05	14,69	12,67
2002	14,38	16,10	15,58	15,80	12,84	12,23	12,36	12,60	12,67	13,61	13,44	14,09	12,23
2003	13,87	15,38	14,97	15,15	12,33	11,80	11,86	12,05	12,18	13,03	12,83	13,49	11,80
2004	13,36	14,60	14,36	14,49	12,00	11,00	10,40	10,20	10,20	12,40	12,00	12,40	10,20
2005	12,40	14,00	13,40	14,00	10,20	10,00	10,20	10,20	10,40	11,20	9,20	10,40	9,20
2006	12,00	14,00	13,40	13,40	10,80	10,20	10,20	10,80	12,00	12,40	12,00	14,00	10,20
2007	14,40	11,60	14,00	12,60	10,60	10,20	10,00	10,00	10,20	10,20	10,20	11,40	10,00
2008	10,80	12,60	11,00	12,20	10,00	10,20	10,20	10,00	10,20	10,00	10,20	10,20	10,00
2009	10,00	12,00	10,20	10,20	10,20	9,20	9,40	10,00	10,20	10,00	10,20	10,20	9,20
2010	10,20	12,00	12,00	11,20	11,00	10,00	8,60	8,20	10,00	9,80	9,80	10,00	8,20
2011	10,20	10,00	9,80	10,00	8,40	8,20	8,30	9,20	9,20	8,00	8,20	8,80	8,00
2012	9,20	9,20	9,20	9,80	8,80	8,00	8,00	6,00	6,20	6,20	7,20	7,20	6,00
2013	8,20	1,20	9,20	8,20	1,20	8,40	6,80	6,20	6,20	6,80	6,80	6,80	1,20
2014	6,60	6,60	7,20	6,20	6,80	6,80	6,80	6,00	6,60	6,60	6,20	7,20	6,00
2015	8,20	7,80	8,20	6,60	6,60	7,20	6,40	6,60	7,20	7,20	7,20	7,20	6,40
2016	6,60	7,60	6,60	7,20	6,80	5,00	4,40	5,00	5,20	5,60	4,20	4,80	4,20
2017	8,40	7,20	7,20	7,20	6,00	5,00	3,80	2,80	5,20	4,40	2,60	5,20	2,60

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 6

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Camay – Lima. 1997-2017

Estación: CAMAY

Latitud: -10.91

Longitud: -77.64

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Máxima (C°)
1997	27,40	28,50	30,70	28,00	29,90	29,60	29,00	28,50	27,50	26,60	28,50	30,00	30,70
1998	32,30	32,50	32,60	31,00	28,00	25,00	22,60	21,60	21,80	23,40	24,00	26,00	32,60
1999	27,40	29,60	30,00	28,80	25,00	25,00	25,00	23,00	23,60	22,70	22,80	26,00	30,00
2000	26,60	26,80	25,80	26,80	25,00	25,00	24,00	24,00	24,30	23,50	24,70	25,40	26,80
2001	25,60	28,00	27,80	25,70	24,00	22,40	22,80	23,50	23,00	23,50	24,20	24,90	28,00
2002	27,00	27,70	28,60	27,90	28,00	27,30	25,40	21,20	22,00	23,00	24,50	27,40	28,60
2003	27,80	28,00	28,30	28,60	23,20	22,70	22,70	22,30	23,00	24,20	25,80	26,00	28,60
2004	28,00	28,00	28,30	26,40	25,00	23,00	23,00	22,80	25,00	23,80	25,30	26,00	28,30
2005	26,00	27,20	26,50	27,50	26,90	25,00	25,30	26,00	25,00	26,40	26,90	27,40	27,50
2006	26,60	27,40	27,70	27,30	25,50	26,20	25,60	25,40	26,00	26,60	25,40	26,20	27,70
2007	26,40	27,00	25,60	25,50	25,60	24,30	24,50	23,80	24,30	23,70	24,30	24,40	27,00
2008	24,80	25,30	25,20	25,30	24,00	24,30	24,50	25,20	24,00	24,30	24,70	24,70	25,30
2009	25,40	25,40	25,20	25,20	23,70	29,20	24,40	24,30	24,30	24,40	24,70	24,30	29,20
2010	24,50	24,50	25,20	25,20	25,20	24,70	23,90	22,90	22,70	23,00	22,70	23,20	25,20
2011	24,00	25,00	25,20	24,80	25,50	24,50	24,30	23,90	23,90	24,20	24,40	24,50	25,50
2012	25,80	25,50	26,00	25,50	24,80	24,50	24,50	24,50	24,60	24,30	24,40	24,50	26,00
2013	25,20	26,50	25,40	24,70	24,50	24,20	23,70	23,80	23,50	24,00	24,40	25,00	26,50
2014	25,90	25,20	25,40	24,20	24,30	25,30	23,30	23,70	23,80	24,30	25,00	24,30	25,90
2015	24,70	24,80	25,00	24,90	24,80	24,50	24,40	24,30	23,50	23,50	23,60	23,50	25,00
2016	23,50	24,00	24,60	24,80	24,50	23,70	23,20	22,90	23,80	24,30	24,60	24,90	24,90
2017	25,30	26,20	28,00	29,00	28,60	28,20	27,30	25,60	24,30	24,60	24,90	24,70	29,00
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Mínima (C°)
1997	14,20	15,40	10,40	16,20	12,40	13,40	10,60	12,00	16,20	14,80	16,40	18,20	10,40
1998	15,00	14,40	21,00	18,00	15,30	12,60	11,60	12,00	11,80	12,60	12,30	12,60	11,60
1999	10,80	11,80	16,60	15,40	13,00	12,80	12,60	12,80	13,00	12,80	12,40	13,00	10,80
2000	13,80	13,60	13,80	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,60	13,60	13,60	13,80	13,00
2001	14,30	14,90	13,70	13,60	13,60	13,00	14,00	13,00	13,00	13,50	14,60	14,70	13,00
2002	14,30	15,00	15,70	15,50	15,40	15,00	13,00	13,00	13,60	13,00	14,00	16,40	13,00
2003	15,00	16,30	16,30	16,00	15,00	16,00	15,40	15,60	16,00	16,00	16,50	17,00	15,00
2004	17,00	17,60	18,80	18,00	17,00	16,00	16,00	16,50	17,00	17,00	17,00	17,00	16,00
2005	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	16,00	16,60	17,00	16,00	17,00	17,00	17,60	16,00
2006	17,40	17,00	17,00	16,60	17,00	17,00	17,00	15,00	16,00	17,10	17,00	17,00	15,00
2007	17,00	17,60	17,30	17,30	17,00	16,40	16,60	16,00	16,20	16,70	16,70	16,00	16,00
2008	16,50	16,80	17,00	16,80	16,70	16,60	16,80	16,60	16,50	16,60	16,70	16,70	16,50
2009	16,50	17,00	16,80	16,70	16,40	16,20	16,70	16,50	16,30	16,20	16,60	16,60	16,20
2010	16,70	16,70	16,70	16,80	16,60	16,60	15,40	15,70	15,40	14,50	14,20	13,80	13,80
2011	13,80	14,50	14,00	13,60	13,70	15,80	16,00	15,00	15,00	14,60	15,00	15,00	13,60
2012	15,10	15,30	16,00	16,40	16,50	16,60	16,50	16,10	16,30	16,20	16,20	16,00	15,10
2013	16,20	16,60	16,50	16,50	16,40	16,00	15,50	14,60	14,00	14,00	13,80	14,20	13,80
2014	14,30	14,20	14,00	13,50	13,50	13,30	13,30	13,30	13,20	13,20	13,50	13,50	13,20
2015	13,70	13,80	13,40	13,40	13,40	13,40	13,00	13,00	13,00	13,00	13,20	13,00	13,00
2016	13,00	13,00	13,00	13,30	13,40	13,30	13,10	13,10	13,10	13,30	14,20	14,30	13,00
2017	14,00	14,60	14,90	14,60	14,00	14,00	14,00	14,20	14,20	14,00	14,30	14,40	14,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 7

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Oyón – Lima. 1997-2017

Estación: OYÓN

Latitud: -10.66

Longitud: -76.76

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	6,80	7,20	6,40	6,50	6,30	5,00	5,60	6,50	8,00	7,20	7,80	8,20	8,20
1998	9,70	8,80	8,30	7,80	6,60	6,20	4,60	4,40	5,20	7,40	6,00	6,90	9,70
1999	6,80	6,80	6,70	6,80	6,20	4,90	4,70	7,90	5,30	6,70	5,80	6,50	7,90
2000	7,40	6,30	6,60	7,60	6,00	5,00	5,20	5,40	6,20	6,80	6,20	6,70	7,60
2001	6,20	7,20	7,00	6,80	6,50	7,60	5,40	6,50	6,30	7,40	6,60	8,00	8,00
2002	7,90	7,70	7,40	7,90	8,10	6,00	6,80	6,40	6,80	6,60	8,00	7,00	8,10
2003	8,20	7,60	7,80	8,00	6,80	5,00	5,20	6,00	5,40	7,40	7,10	8,00	8,20
2004	9,00	7,60	8,70	8,01	6,50	5,60	5,40	4,70	6,40	6,80	7,20	7,40	9,00
2005	8,29	8,20	7,70	6,80	7,40	5,20	6,90	6,10	7,00	6,80	6,50	6,80	8,29
2006	7,90	7,40	7,40	8,35	6,20	5,70	5,90	6,70	6,50	6,80	7,03	7,21	8,35
2007	8,52	7,68	8,03	8,52	7,00	5,66	6,36	6,04	6,40	6,78	7,08	7,20	8,52
2008	6,90	6,60	7,40	7,00	5,40	5,90	5,30	6,10	7,00	7,00	7,10	7,20	7,40
2009	8,00	8,00	7,70	8,80	7,70	5,90	5,60	7,30	8,60	7,50	8,90	8,50	8,90
2010	8,60	9,30	9,20	8,40	7,50	6,60	6,20	6,60	8,90	8,00	6,80	6,40	9,30
2011	7,40	7,40	7,50	7,40	8,00	5,40	6,93	7,60	7,60	7,10	7,00	7,60	8,00
2012	6,90	7,40	8,60	7,30	6,80	6,10	7,20	6,80	7,60	7,60	6,90	7,20	8,60
2013	8,60	7,40	7,80	7,80	6,80	6,50	6,80	5,10	7,60	7,00	7,20	6,50	8,60
2014	6,60	6,90	6,40	8,10	7,00	7,40	5,00	6,20	6,20	20,20	21,60	20,80	21,60
2015	19,40	20,00	18,80	20,80	19,80	21,60	21,20	22,80	23,00	23,10	20,60	24,00	24,00
2016	22,80	22,20	21,20	21,70	21,20	20,60	21,80	21,60	21,60	21,20	23,80	20,40	23,80
2017	19,40	19,40	19,20	20,20	19,40	19,40	21,20	21,80	23,20	23,00	21,00	20,00	23,20
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	-0,10	1,00	-0,40	2,00	1,20	0,00	0,20	1,90	1,60	3,40	2,60	3,80	-0,40
1998	4,60	5,20	5,20	4,40	1,40	2,80	1,80	0,00	0,20	3,20	1,00	1,60	0,00
1999	2,80	3,80	2,80	2,00	1,90	-1,30	0,20	1,20	2,00	1,20	1,40	0,60	-1,30
2000	1,60	3,00	2,80	3,00	2,00	1,00	-0,40	1,80	1,40	2,20	-0,30	0,00	-0,40
2001	4,00	4,00	3,80	1,60	-0,50	-0,40	0,20	0,70	3,00	3,60	2,30	3,40	-0,50
2002	2,00	3,20	4,40	3,40	0,60	2,40	-1,00	0,70	1,80	3,80	2,80	3,80	-1,00
2003	4,00	2,00	2,70	3,00	2,40	1,80	1,30	1,20	1,00	1,50	2,80	3,60	1,00
2004	0,40	2,80	3,60	2,86	1,00	0,50	0,80	0,30	0,10	2,20	3,60	3,90	0,10
2005	2,44	4,40	4,00	3,10	2,00	1,40	1,00	2,50	1,60	2,70	1,00	2,40	1,00
2006	3,30	4,30	5,20	2,90	1,60	3,00	1,10	1,70	2,80	4,20	2,52	3,49	1,10
2007	2,45	3,88	4,95	2,92	1,55	2,17	0,83	1,51	1,84	3,03	2,64	3,68	0,83
2008	3,00	0,40	1,80	2,10	1,80	1,50	1,20	2,00	2,40	3,40	4,00	2,40	0,40
2009	3,60	4,80	4,50	4,00	0,70	2,40	2,30	1,10	3,90	3,40	2,60	4,90	0,70
2010	5,00	4,60	3,80	3,20	2,40	1,60	1,10	1,10	2,40	2,40	2,90	2,20	1,10
2011	3,80	3,00	0,90	2,90	1,40	0,80	1,06	1,70	2,40	0,50	4,00	2,60	0,50
2012	2,60	2,30	4,00	3,50	1,80	0,70	1,50	1,40	3,10	3,40	3,70	3,20	0,70
2013	1,80	4,80	0,20	3,00	0,50	2,10	2,00	1,30	1,80	3,80	2,10	3,30	0,20
2014	3,10	3,80	2,10	2,40	2,40	3,50	2,40	1,60	3,00	3,50	1,60	2,60	1,60
2015	2,40	1,50	3,30	3,20	1,20	1,20	0,40	0,10	1,00	1,20	0,60	3,40	0,10
2016	2,20	4,30	4,20	1,20	0,10	0,20	0,10	0,20	1,80	1,90	0,20	2,60	0,10
2017	2,20	0,20	3,00	1,40	2,00	0,80	0,40	0,80	1,20	1,60	2,40	1,40	0,20

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 8

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Ñaña – Lima. 1997-2017

Estación: Ñaña

Latitud: -11.98

Longitud: -76.84

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	27,70	27,80	29,20	28,00	27,00	27,00	25,70	26,00	25,40	25,70	27,00	27,00	29,20
1998	27,00	30,00	28,60	26,40	26,20	25,00	24,80	24,60	25,40	25,40	25,60	26,00	30,00
1999	26,40	27,60	27,80	26,60	26,60	25,80	25,60	26,00	26,00	26,00	26,00	26,40	27,80
2000	28,40	29,00	29,20	28,00	26,40	25,40	23,60	24,00	26,80	26,00	26,20	27,00	29,20
2001	29,40	30,20	30,60	29,00	26,40	24,60	24,20	24,00	25,40	24,80	26,60	27,00	30,60
2002	28,60	28,60	29,00	27,00	27,00	26,00	24,00	23,54	26,22	25,22	26,22	26,98	29,00
2003	29,00	30,20	29,00	27,40	26,40	25,60	25,20	25,60	25,80	26,20	26,40	26,80	30,20
2004	28,40	29,00	29,60	27,80	26,60	25,60	25,60	25,20	25,00	26,00	26,20	27,80	29,60
2005	29,20	29,60	28,40	27,80	26,20	25,60	24,60	24,80	24,80	25,60	25,80	26,60	29,60
2006	28,40	29,00	29,00	27,60	26,60	27,00	25,80	25,60	25,80	25,60	26,40	27,20	29,00
2007	29,00	28,60	28,40	27,00	26,20	25,40	25,40	25,20	25,40	25,40	25,60	26,80	29,00
2008	28,60	29,00	28,20	27,40	26,40	25,60	24,20	24,00	24,00	24,40	26,20	26,40	29,00
2009	27,20	27,40	27,40	26,80	26,40	25,00	24,20	24,20	25,20	25,40	26,00	26,60	27,40
2010	26,80	28,40	27,80	26,80	25,60	24,60	24,00	24,40	24,80	24,80	24,80	26,60	28,40
2011	27,60	28,20	27,40	26,00	25,40	23,80	24,47	24,20	24,60	24,40	25,40	25,40	28,20
2012	28,40	28,40	28,80	27,60	26,00	24,00	23,40	22,80	23,00	24,02	24,40	25,60	28,80
2013	26,80	27,80	27,20	27,60	26,00	23,60	21,80	21,00	23,80	24,00	26,80	26,80	27,80
2014	27,80	28,00	27,60	26,20	25,00	23,20	20,80	21,60	22,80	24,00	24,40	24,60	28,00
2015	26,80	28,60	27,40	27,00	26,00	24,80	22,40	22,00	22,80	24,20	24,60	25,20	28,60
2016	27,60	28,20	27,60	26,60	25,80	24,20	22,60	23,00	25,00	24,60	25,60	26,60	28,20
2017	28,80	29,60	28,20	27,60	26,60	25,40	24,40	22,60	23,20	24,60	25,40	26,60	29,60
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	16,40	16,00	17,00	16,40	16,00	15,00	14,00	13,20	12,40	12,60	13,60	14,80	12,40
1998	17,40	19,00	19,40	18,20	13,20	12,00	11,40	11,40	11,40	12,00	12,80	13,00	11,40
1999	14,40	16,80	17,00	16,80	14,00	11,20	10,40	10,60	11,60	10,60	13,00	14,40	10,40
2000	16,80	17,60	16,60	16,60	14,00	9,60	11,40	11,80	11,40	11,80	12,00	14,00	9,60
2001	15,80	18,00	18,60	15,20	12,40	11,40	9,40	8,00	11,40	11,40	13,20	14,40	8,00
2002	15,60	15,40	16,60	15,40	13,00	12,00	12,00	8,00	11,04	10,90	12,44	14,18	8,00
2003	15,20	18,20	17,60	15,00	13,20	10,80	11,40	10,80	11,60	13,20	13,60	15,20	10,80
2004	16,60	17,00	16,80	14,80	11,80	10,20	10,40	11,00	12,40	12,80	13,60	14,20	10,20
2005	15,80	17,60	17,80	16,60	10,80	10,40	9,40	8,40	11,40	12,00	13,20	14,60	8,40
2006	16,00	17,80	16,80	16,80	15,60	15,00	12,40	12,00	12,60	13,20	14,20	14,80	12,00
2007	16,20	17,40	17,40	16,00	12,80	10,80	11,60	11,80	11,80	13,00	13,60	14,00	10,80
2008	16,00	17,60	17,80	16,40	15,20	10,60	11,40	10,60	12,00	12,60	13,40	15,60	10,60
2009	16,40	17,40	17,60	16,40	13,00	10,20	11,40	11,40	11,80	13,20	13,80	13,80	10,20
2010	15,00	16,80	16,40	15,20	13,00	10,40	9,40	8,60	10,00	12,40	13,60	13,20	8,60
2011	14,80	15,80	17,40	15,80	12,80	10,40	10,43	10,40	11,40	12,80	13,60	14,20	10,40
2012	15,40	16,40	18,00	17,00	14,80	12,40	10,20	9,00	10,00	11,40	12,00	13,80	9,00
2013	15,40	16,00	15,80	15,20	13,00	1,20	8,40	8,20	1,20	12,40	5,20	14,00	1,20
2014	16,00	17,40	16,80	15,40	14,80	12,00	10,00	8,60	9,20	12,80	13,40	15,00	8,60
2015	15,80	16,40	17,00	15,20	14,00	12,80	8,00	8,20	8,40	12,00	13,40	15,80	8,00
2016	16,40	16,40	17,40	16,00	12,40	8,40	8,60	8,80	11,40	14,00	14,20	15,80	8,40
2017	16,00	19,80	17,20	16,60	14,80	12,80	10,60	9,80	8,80	12,20	13,20	13,80	8,80

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 9

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Cajatambo– Lima. 1997-2017

Estación: Cajatambo

Latitud: -10.47

Longitud: -76.98

TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Máxima (°C)
1997	17,20	16,80	18,40	17,60	19,40	17,50	20,20	22,40	19,00	19,20	18,60	18,60	22,40
1998	19,20	19,00	17,40	18,60	19,80	18,60	18,60	19,80	18,80	18,80	16,90	17,00	19,80
1999	17,60	16,00	16,20	18,00	17,60	16,00	17,80	18,40	17,60	18,60	18,10	16,30	18,60
2000	15,40	16,00	14,80	15,80	17,60	16,60	16,80	18,40	17,20	19,60	18,20	17,60	19,60
2001	15,20	18,10	15,50	18,60	17,40	19,40	19,20	21,00	18,00	21,50	18,00	19,00	21,50
2002	18,40	17,40	18,00	18,30	19,50	18,70	19,10	20,50	20,00	19,60	18,40	18,60	20,50
2003	18,20	18,90	17,20	18,10	18,30	18,60	18,50	20,50	18,70	20,00	18,80	17,50	20,50
2004	18,40	17,00	19,50	19,10	19,50	18,20	17,50	19,00	21,00	18,80	17,60	17,50	21,00
2005	18,20	20,50	16,60	19,70	20,00	19,00	19,00	19,00	18,50	18,40	18,40	17,00	20,50
2006	17,30	16,40	17,00	17,60	17,50	19,30	21,40	19,00	19,10	19,20	17,60	17,70	21,40
2007	17,80	18,70	17,20	18,20	17,30	18,90	18,20	18,20	20,20	18,70	18,60	17,90	20,20
2008	17,50	17,30	16,30	19,50	17,70	17,40	16,90	19,90	19,90	17,50	20,00	18,40	20,00
2009	16,20	16,30	16,50	19,90	17,20	17,90	18,90	20,20	20,60	20,60	19,60	18,80	20,60
2010	19,20	22,60	20,70	21,20	18,70	18,50	18,40	20,90	20,20	19,70	18,00	15,80	22,60
2011	16,10	16,40	16,40	17,40	19,80	19,00	19,20	20,00	19,90	18,60	18,50	17,20	20,00
2012	17,50	16,50	18,80	18,80	19,90	18,50	19,50	21,20	20,40	19,40	19,30	18,30	21,20
2013	19,70	17,60	18,40	20,50	18,00	19,20	19,80	20,10	21,50	19,20	20,50	19,00	21,50
2014	17,30	17,00	19,50	19,40	17,80	19,90	19,90	20,00	21,60	21,00	18,90	18,30	21,60
2015	19,00	18,70	18,80	19,80	19,30	20,10	19,20	21,10	20,40	20,60	19,40	20,20	21,10
2016	20,00	20,70	21,00	21,00	20,00	19,60	19,40	20,70	20,40	19,50	20,50	18,20	21,00
2017	17,50	17,20	16,90	19,30	17,70	18,20	19,20	19,30	19,60	21,30	18,60	18,50	21,30

TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Mínima (°C)
1997	1,40	0,80	-0,10	2,20	2,40	1,10	0,50	3,10	2,20	3,40	1,80	4,20	-0,10
1998	4,20	5,40	5,00	5,10	2,20	1,20	0,50	1,20	1,60	2,20	1,40	2,00	0,50
1999	2,20	3,20	3,80	3,50	3,30	2,00	1,40	1,30	3,70	2,00	2,40	3,80	1,30
2000	3,00	3,80	3,60	3,60	2,50	1,60	1,30	2,10	2,00	3,20	1,40	1,40	1,30
2001	5,10	5,10	4,70	1,40	1,50	1,60	1,00	1,80	3,60	4,00	2,40	5,00	1,00
2002	3,40	3,80	5,50	3,50	2,90	2,70	1,80	1,80	2,20	4,60	4,20	5,00	1,80
2003	5,20	2,30	3,70	3,60	3,80	1,30	2,00	1,30	2,30	2,10	3,70	4,80	1,30
2004	1,20	3,80	4,40	1,10	2,80	1,00	1,90	0,60	3,40	3,80	2,90	4,10	0,60
2005	1,60	5,30	4,60	3,30	1,30	3,40	3,00	3,10	2,40	3,00	1,50	3,10	1,30
2006	3,90	4,70	4,60	2,20	1,90	4,00	3,10	4,20	3,10	2,50	4,00	4,70	1,90
2007	4,60	2,50	4,70	4,20	2,30	3,50	1,70	3,70	3,80	3,50	3,50	0,40	0,40
2008	2,70	4,20	2,10	3,60	2,50	3,60	2,80	3,30	3,00	3,60	3,30	2,90	2,10
2009	4,20	3,90	1,80	3,30	2,90	2,70	2,70	1,90	3,00	3,30	2,20	3,10	1,80
2010	5,00	4,80	4,90	2,90	3,30	1,80	2,00	0,90	3,00	2,00	2,80	3,60	0,90
2011	3,20	3,30	2,60	2,70	2,90	2,50	1,60	1,80	3,20	-0,10	3,90	3,90	-0,10
2012	2,50	2,80	3,50	3,10	4,60	3,50	3,60	4,20	4,50	4,80	3,60	3,60	2,50
2013	5,00	4,80	5,40	3,80	3,80	1,60	3,20	3,80	4,10	5,00	2,80	4,00	1,60
2014	3,80	5,40	3,40	3,60	3,60	0,10	4,70	2,90	4,40	5,40	3,40	5,00	0,10
2015	4,50	3,60	4,70	5,40	4,80	4,40	4,30	4,10	5,50	5,10	2,20	6,50	2,20
2016	6,20	7,30	6,60	5,30	5,30	5,40	2,60	5,20	4,50	4,50	3,20	5,60	2,60
2017	5,10	4,30	6,10	4,90	4,80	3,90	3,70	3,60	5,30	4,50	4,60	5,20	3,60

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 10

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Paramonga – Lima. 1997-2017

Estación: Paramonga:

Latitud: -10.66

Longitud:-77.78

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Mínima (C°)
1997	26,20	26,20	27,90	25,70	27,00	27,20	26,80	26,00	25,00	25,40	26,40	28,40	28,40
1998	30,80	30,00	30,80	28,40	26,00	24,60	22,80	20,60	20,70	21,90	22,60	25,60	30,80
1999	26,00	27,60	27,60	24,40	22,60	22,80	20,40	20,70	20,40	21,60	22,40	24,60	27,60
2000	28,00	27,00	26,20	25,50	23,00	22,40	22,20	21,00	19,90	20,00	22,40	24,40	28,00
2001	26,20	28,90	28,40	27,80	22,20	20,90	21,60	20,60	20,40	21,40	22,40	25,40	28,90
2002	25,60	27,80	28,20	27,40	27,00	21,80	21,20	20,60	20,40	22,60	24,40	25,20	28,20
2003	27,00	28,40	26,60	25,20	22,80	22,00	21,80	20,20	21,00	21,80	24,00	24,60	28,40
2004	27,00	28,49	26,77	26,33	22,60	20,20	22,80	20,40	23,40	21,60	23,60	25,40	28,49
2005	26,40	25,80	26,48	26,32	23,60	21,00	21,40	20,00	19,40	20,00	23,17	24,21	26,48
2006	26,60	27,40	27,40	24,60	22,40	21,00	23,40	21,70	22,40	22,40	24,40	25,80	27,40
2007	27,40	27,20	25,60	25,20	22,20	20,20	20,60	19,00	18,80	20,20	22,40	24,00	27,40
2008	27,00	27,40	27,20	24,60	21,80	21,80	22,80	19,11	20,00	20,34	22,94	23,38	27,40
2009	26,52	29,11	25,29	26,31	21,49	19,42	21,35	18,80	19,83	20,11	22,86	23,10	29,11
2010	26,45	29,24	24,99	26,31	21,17	19,00	21,20	18,49	19,65	19,89	22,78	22,83	29,24
2011	26,37	29,36	24,70	26,30	20,84	18,58	21,05	18,18	19,47	19,66	22,70	22,55	29,36
2012	26,29	29,49	24,40	26,30	20,52	18,16	20,90	17,86	19,29	19,43	22,62	22,27	29,49
2013	26,22	29,61	24,10	26,30	20,19	17,73	20,75	17,55	19,11	19,20	22,54	22,00	29,61
2014	26,14	29,74	23,81	26,29	19,87	17,31	20,60	17,24	18,93	18,97	22,46	21,72	29,74
2015	26,06	29,86	23,51	26,29	19,54	16,89	20,45	16,93	18,76	18,74	22,39	21,45	29,86
2016	25,99	29,99	23,22	26,29	19,22	16,47	20,31	16,62	18,58	18,51	22,31	21,17	29,99
2017	25,91	30,11	22,92	26,28	18,89	16,05	20,16	16,31	18,40	18,28	22,23	20,89	30,11
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Mínima (C°)
1997	17,30	16,40	17,00	18,00	16,60	18,40	18,20	18,60	16,00	16,80	18,60	19,60	16,00
1998	23,30	23,00	22,40	19,00	18,00	16,00	14,60	14,00	14,10	15,00	14,80	14,60	14,00
1999	16,10	18,60	17,20	15,80	15,00	12,80	12,80	12,80	12,80	14,90	14,00	14,40	12,80
2000	17,00	17,00	16,00	16,00	14,60	13,40	13,60	14,60	15,00	15,00	14,00	16,00	13,40
2001	17,40	17,40	17,20	16,80	13,20	14,20	14,60	14,40	13,00	14,00	14,40	15,20	13,00
2002	15,40	16,60	19,00	17,00	15,60	13,80	13,40	14,00	14,60	14,60	16,00	16,20	13,40
2003	18,80	19,00	18,20	15,60	13,00	13,40	12,80	12,00	14,60	14,60	15,00	17,40	12,00
2004	18,00	17,40	17,69	15,43	14,60	14,20	13,00	13,00	14,00	14,40	15,80	15,80	13,00
2005	17,80	17,80	17,57	15,06	13,60	12,00	13,80	14,60	14,10	14,20	14,67	15,72	12,00
2006	18,00	18,80	17,30	14,60	13,60	14,00	16,60	16,00	15,00	15,00	15,00	17,20	13,60
2007	19,00	19,20	18,00	15,80	13,40	13,60	13,80	13,20	13,00	13,00	14,20	14,60	13,00
2008	16,80	18,40	19,40	15,60	14,40	14,80	13,80	13,24	13,77	13,50	14,24	15,44	13,24
2009	17,42	16,29	17,11	13,61	12,84	12,85	13,49	13,07	13,70	13,30	14,09	15,34	12,84
2010	17,34	16,07	17,00	13,24	12,57	12,64	13,37	12,90	13,63	13,10	13,95	15,25	12,57
2011	17,26	15,85	16,89	12,88	12,29	12,43	13,26	12,72	13,55	12,91	13,80	15,15	12,29
2012	17,19	15,63	16,77	12,51	12,02	12,22	13,14	12,55	13,48	12,71	13,66	15,06	12,02
2013	17,11	15,41	16,66	12,15	11,74	12,01	13,02	12,37	13,41	12,51	13,51	14,96	11,74
2014	17,04	15,19	16,54	11,79	11,47	11,80	12,91	12,20	13,34	12,31	13,37	14,87	11,47
2015	16,96	14,96	16,43	11,42	11,19	11,59	12,79	12,02	13,27	12,12	13,22	14,77	11,19
2016	16,88	14,74	16,31	11,06	10,91	11,38	12,67	11,85	13,20	11,92	13,08	14,68	10,91
2017	16,81	14,52	16,20	10,69	10,64	11,16	12,56	11,67	13,12	11,72	12,93	14,58	10,64

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 11

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huarangal – Lima. 1997-2017

Estación: Huarangal

Latitud: -11.78

Longitud: -77.10

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Max (C°)
1997	29,50	30,90	31,80	29,10	28,20	27,60	26,40	25,50	27,10	26,50	26,90	29,30	31,80
1998	32,00	34,00	31,70	31,70	29,50	24,50	23,50	23,70	24,70	24,20	25,80	26,90	34,00
1999	28,60	30,80	30,80	28,90	27,20	23,80	22,60	23,80	25,20	25,40	26,80	27,10	30,80
2000	30,30	30,90	30,40	30,00	27,30	25,20	21,80	22,60	24,70	24,50	27,70	27,60	30,90
2001	29,00	30,60	31,10	29,70	27,50	23,60	22,30	22,20	23,60	25,90	26,10	28,60	31,10
2002	29,60	30,60	31,30	29,00	29,30	23,70	20,80	21,90	24,20	27,00	26,40	30,10	31,30
2003	28,90	31,30	31,20	29,60	27,80	25,60	23,90	23,40	23,20	25,60	26,70	28,70	31,30
2004	30,80	32,80	30,86	31,10	27,80	23,20	23,20	24,10	24,50	25,70	26,60	29,10	32,80
2005	31,00	31,66	30,78	30,20	27,82	23,10	22,10	22,70	23,10	26,01	26,40	28,70	31,66
2006	31,40	31,90	32,30	29,70	28,10	23,70	24,30	23,50	25,30	25,80	26,70	27,30	32,30
2007	31,30	31,80	31,50	30,30	28,60	23,80	22,30	21,80	24,60	26,19	26,74	28,20	31,80
2008	29,42	31,74	30,53	30,15	27,65	22,91	22,23	22,20	23,63	26,28	26,75	28,55	31,74
2009	31,80	32,80	33,10	31,70	26,10	24,10	22,10	22,03	24,60	26,80	26,76	28,58	33,10
2010	29,42	31,80	30,36	30,23	27,53	22,43	21,97	21,86	23,31	26,46	26,76	28,62	31,80
2011	31,40	33,40	32,90	31,80	27,90	25,30	22,30	23,70	24,70	26,10	27,40	28,66	33,40
2012	29,42	31,86	30,20	30,30	27,42	21,95	21,71	21,53	23,00	26,64	26,78	28,69	31,86
2013	29,42	31,89	30,12	30,34	27,36	21,72	21,58	21,36	22,84	26,73	26,79	28,73	31,89
2014	29,42	31,91	30,04	30,37	27,30	21,48	21,45	21,19	22,69	26,82	26,80	28,76	31,91
2015	29,42	31,94	29,95	30,41	27,25	21,24	21,32	21,03	22,53	26,91	26,80	28,80	31,94
2016	29,42	31,97	29,87	30,45	27,19	21,00	21,19	20,86	22,37	27,00	26,81	28,84	31,97
2017	29,42	32,00	29,79	30,48	27,13	20,76	21,06	20,69	22,22	27,09	26,82	28,87	32,00
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	17,20	17,10	16,70	16,20	15,50	15,00	15,20	15,50	16,00	14,00	16,30	18,20	14,00
1998	19,90	20,80	20,30	17,80	14,70	14,10	13,50	11,80	11,50	12,90	13,00	14,60	11,50
1999	17,00	19,00	18,40	15,60	12,70	12,50	11,90	12,10	12,50	13,20	14,30	15,80	11,90
2000	18,10	19,60	19,10	18,40	13,40	12,20	12,70	12,30	12,40	13,40	13,20	17,60	12,20
2001	18,30	20,40	20,30	17,30	12,10	13,00	12,30	11,30	12,80	12,30	13,70	14,80	11,30
2002	16,70	18,40	19,00	16,40	13,60	12,10	11,60	11,30	12,10	12,70	13,20	15,10	11,30
2003	17,00	18,90	17,60	15,70	12,70	11,60	11,60	11,20	11,60	13,00	13,50	14,00	11,20
2004	15,70	18,10	19,06	13,90	12,30	11,10	11,60	11,60	12,30	12,50	13,60	15,70	11,10
2005	17,80	18,85	19,13	16,70	11,72	12,40	11,70	11,50	11,70	12,33	13,20	13,40	11,50
2006	17,80	19,70	18,90	17,30	12,60	12,60	12,80	12,70	12,70	12,80	13,80	14,30	12,60
2007	17,10	19,00	18,70	17,30	12,50	11,30	11,30	10,70	11,30	12,03	12,97	14,00	10,70
2008	16,82	18,72	19,34	16,39	10,61	10,99	10,98	10,71	11,22	11,88	12,83	13,37	10,61
2009	17,10	19,20	19,50	19,10	12,00	11,90	10,74	10,49	12,10	12,60	12,68	13,06	10,49
2010	16,59	18,64	19,49	16,32	9,87	10,47	10,51	10,28	10,81	11,58	12,53	12,75	9,87
2011	17,50	18,30	19,10	16,70	12,40	12,30	11,60	11,50	11,50	12,60	13,00	12,45	11,50
2012	16,36	18,56	19,63	16,26	9,13	9,95	10,04	9,85	10,40	11,28	12,24	12,14	9,13
2013	16,25	18,52	19,70	16,22	8,76	9,70	9,80	9,63	10,20	11,13	12,09	11,83	8,76
2014	16,14	18,47	19,77	16,19	8,39	9,44	9,57	9,41	9,99	10,98	11,95	11,52	8,39
2015	16,02	18,43	19,84	16,15	8,03	9,18	9,33	9,20	9,79	10,83	11,80	11,21	8,03
2016	15,91	18,39	19,91	16,12	7,66	8,92	9,10	8,98	9,58	10,68	11,65	10,90	7,66
2017	15,79	18,35	19,99	16,08	7,29	8,66	8,86	8,77	9,38	10,53	11,51	10,59	7,29

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 12

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Matucana – Lima. 1997-2017

Estación: Matucana

Latitud: -11.83

Longitud: -76.38

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	22,90	24,80	24,50	23,80	24,00	24,60	25,60	26,50	25,80	25,90	24,60	25,60	26,50
1998	25,60	26,30	24,60	25,30	26,00	23,90	23,20	24,30	25,20	24,70	24,40	24,60	26,30
1999	23,80	22,00	23,90	22,50	22,70	23,90	23,40	23,90	23,80	22,90	24,90	22,80	24,90
2000	21,80	22,00	21,60	22,60	23,50	23,90	23,50	24,50	24,60	25,80	24,20	24,90	25,80
2001	22,80	22,70	21,90	23,50	25,90	26,30	24,90	25,90	23,90	25,30	23,60	25,20	26,30
2002	23,60	23,70	22,50	23,50	25,90	25,90	23,70	26,20	24,30	24,89	24,50	25,30	26,20
2003	24,90	23,90	22,50	23,50	23,10	24,00	23,20	24,20	24,30	24,70	24,90	22,70	24,90
2004	23,20	22,20	23,80	23,50	24,30	24,90	23,20	23,40	24,90	25,20	24,40	23,30	25,20
2005	22,50	23,40	22,50	24,00	24,00	22,90	24,20	23,40	23,40	24,30	24,70	25,20	25,20
2006	24,20	22,20	22,60	22,80	22,40	25,40	28,00	23,50	25,10	24,90	24,50	22,50	28,00
2007	22,40	23,00	22,30	21,40	22,80	22,70	23,20	22,80	25,20	24,00	23,60	22,50	25,20
2008	21,00	21,50	20,50	22,80	22,60	22,80	23,90	23,20	24,40	24,90	24,40	23,50	24,90
2009	21,70	20,80	21,40	22,50	23,70	24,00	24,30	24,50	25,80	25,50	24,20	24,50	25,80
2010	23,40	25,40	23,50	24,90	24,90	23,20	24,20	24,90	24,90	24,80	25,20	22,00	25,40
2011	22,50	22,60	22,40	22,90	25,90	24,20	24,40	25,20	25,30	24,80	25,30	23,70	25,90
2012	23,00	21,40	22,60	22,30	24,30	25,80	25,20	25,90	25,80	24,30	23,00	24,90	25,90
2013	24,40	22,80	22,40	23,50	22,50	23,00	25,80	24,20	25,00	24,50	23,80	24,90	25,80
2014	22,30	23,50	22,90	22,80	23,50	23,20	25,00	24,00	24,30	25,60	24,40	24,60	25,60
2015	24,30	23,40	23,00	23,60	23,80	24,50	23,90	24,60	25,60	25,70	25,80	28,00	28,00
2016	25,60	24,90	24,00	23,80	24,00	24,70	23,20	23,60	25,00	25,50	25,40	24,70	25,60
2017	22,30	23,60	21,40	23,40	23,50	23,70	25,40	24,40	25,00	25,60	24,80	24,50	25,60
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	7,40	6,60	6,80	6,20	6,40	5,20	7,20	5,40	6,80	6,60	5,20	7,20	5,20
1998	9,60	10,00	9,50	8,50	7,40	5,00	4,40	4,60	4,40	6,20	4,20	5,60	4,20
1999	4,30	5,40	5,40	4,60	3,90	3,20	2,40	3,70	4,40	4,20	4,80	5,60	2,40
2000	4,40	4,80	4,60	4,90	5,50	6,80	6,20	5,20	4,80	8,40	3,20	7,80	3,20
2001	9,00	8,70	8,60	7,00	7,00	6,40	6,20	5,80	8,20	8,10	6,80	8,40	5,80
2002	6,90	9,60	10,20	8,70	7,80	6,50	5,60	6,90	6,80	8,26	8,40	8,60	5,60
2003	9,40	9,60	8,00	7,80	8,90	7,00	6,90	7,80	7,40	6,40	7,20	9,90	6,40
2004	5,40	9,50	10,00	6,50	7,00	6,80	6,80	6,10	6,20	6,60	8,40	8,70	5,40
2005	6,60	8,90	9,20	8,90	7,00	4,80	5,80	5,90	5,80	6,30	4,30	5,40	4,30
2006	7,60	10,80	10,00	8,00	6,00	7,00	5,90	7,20	7,60	5,60	8,40	9,70	5,60
2007	10,00	6,30	10,00	9,00	7,00	7,20	5,00	5,80	7,80	5,70	6,80	6,70	5,00
2008	9,20	8,20	7,50	8,90	6,70	6,70	6,70	6,00	5,40	8,00	8,00	7,20	5,40
2009	9,50	10,00	7,20	9,40	7,00	6,80	4,50	4,80	5,80	5,40	4,90	9,60	4,50
2010	10,00	9,80	10,20	8,70	6,80	5,80	2,80	4,70	5,20	7,20	6,20	9,20	2,80
2011	8,90	7,90	8,50	8,30	5,20	5,70	5,02	4,70	7,00	4,80	7,70	9,50	4,70
2012	8,30	8,90	8,60	9,00	7,00	7,00	7,00	6,50	8,40	8,70	9,00	8,50	6,50
2013	9,50	9,80	6,00	8,20	6,80	6,90	7,60	7,20	7,00	1,80	8,90	9,40	1,80
2014	9,00	9,60	8,70	9,45	7,60	8,60	8,90	7,50	9,40	9,50	7,00	9,80	7,00
2015	9,60	10,60	8,90	9,50	9,30	8,40	6,70	7,00	8,50	9,40	7,50	10,70	6,70
2016	9,80	10,60	10,60	8,00	7,80	7,20	6,80	7,00	8,00	7,00	7,00	9,00	6,80
2017	9,00	9,60	10,00	9,70	9,00	6,70	7,20	6,20	8,20	7,20	6,20	7,60	6,20

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 13

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Canta – Lima. 1997-2017

Estación: Canta:

Latitud: -11.47

Longitud: -76.63

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	18,20	18,90	20,20	20,50	20,50	20,00	21,90	23,80	21,90	21,20	20,50	21,60	23,80
1998	21,20	21,80	20,40	21,50	26,00	21,00	20,20	20,60	21,80	21,80	22,60	20,80	26,00
1999	20,00	18,80	18,60	18,80	19,40	19,00	20,60	20,80	19,80	19,20	20,00	18,80	20,80
2000	17,80	17,80	20,80	17,60	19,80	20,20	19,80	20,60	19,80	20,30	19,70	20,40	20,80
2001	18,60	19,30	18,00	20,20	22,20	22,20	22,20	21,60	19,80	22,30	20,00	21,00	22,30
2002	19,20	18,80	19,20	18,80	22,00	21,60	19,00	22,00	20,20	20,00	20,00	20,20	22,00
2003	19,60	19,60	19,40	20,00	19,00	19,40	19,60	20,40	20,20	22,00	20,60	19,80	22,00
2004	20,00	18,00	20,00	20,50	20,80	20,60	20,00	20,80	23,00	20,60	20,80	19,80	23,00
2005	19,80	20,20	19,60	21,00	20,80	21,00	21,20	20,70	20,60	21,00	20,40	20,80	21,20
2006	19,00	19,50	19,00	20,20	21,20	21,60	22,60	20,40	21,80	21,40	20,40	20,60	22,60
2007	20,20	20,20	18,70	19,60	20,20	19,70	20,40	20,00	22,50	20,20	20,80	19,20	22,50
2008	19,00	18,60	18,80	20,40	20,30	21,20	19,40	19,00	20,00	20,40	20,60	21,20	21,20
2009	20,20	18,00	19,20	21,20	20,60	19,80	20,00	20,80	21,00	21,20	21,30	20,60	21,30
2010	20,60	22,00	20,20	21,00	20,10	20,80	20,40	21,20	19,60	20,70	19,20	17,80	22,00
2011	17,40	17,80	19,00	18,80	24,00	21,00	22,20	23,00	21,60	18,90	20,40	20,40	24,00
2012	19,80	18,50	20,60	19,90	20,80	21,30	19,80	23,40	21,90	20,20	19,80	20,70	23,40
2013	21,00	19,40	19,70	20,10	19,40	21,70	20,80	21,60	21,00	20,00	20,20	20,80	21,70
2014	20,50	19,40	19,40	20,00	20,00	28,30	21,60	22,40	20,60	22,20	20,80	20,80	28,30
2015	19,90	22,00	19,20	21,20	20,20	22,10	21,20	21,60	21,30	21,00	20,90	25,70	25,70
2016	22,40	20,50	20,40	20,50	22,00	20,70	20,00	19,80	20,50	20,60	22,70	19,70	22,70
2017	18,80	18,60	18,70	19,80	20,60	21,60	22,70	22,70	23,20	20,70	21,80	21,80	23,20
TEMPERATURA MNIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	5,80	4,50	5,50	6,00	6,80	5,50	6,00	6,00	5,00	7,00	5,80	9,00	4,50
1998	8,60	8,20	9,00	8,80	7,20	7,00	6,50	6,00	7,20	7,80	6,00	6,40	6,00
1999	6,80	6,90	6,20	6,60	6,60	6,00	6,00	6,20	5,70	4,00	4,70	6,40	4,00
2000	4,60	6,40	6,20	6,40	6,00	5,60	4,80	5,50	6,40	5,80	3,40	5,40	3,40
2001	6,90	5,80	5,90	5,60	6,40	5,40	6,00	6,40	7,20	7,00	5,40	7,00	5,40
2002	4,20	3,00	7,90	7,20	6,60	7,00	6,00	6,80	6,80	7,00	7,00	8,00	3,00
2003	7,40	6,20	5,50	7,80	7,80	5,60	6,00	6,00	7,00	6,80	7,40	6,50	5,50
2004	4,20	7,00	7,90	5,60	6,40	6,60	6,20	5,60	6,60	7,00	6,40	6,40	4,20
2005	3,60	6,00	4,00	6,00	5,50	6,40	4,60	5,40	6,00	6,40	5,20	6,40	3,60
2006	5,00	7,00	6,60	4,60	5,00	6,30	5,00	6,60	6,60	4,00	6,30	6,60	4,00
2007	7,40	4,40	6,60	5,80	4,00	5,60	4,50	5,00	6,20	5,20	5,00	3,00	3,00
2008	5,60	5,40	4,20	5,20	4,50	5,60	5,40	4,40	5,60	4,90	5,40	5,00	4,20
2009	5,40	5,80	5,00	5,40	4,40	5,30	5,20	4,60	4,40	5,60	5,00	5,40	4,40
2010	7,20	7,80	7,00	5,00	4,60	5,00	5,00	4,80	5,60	4,60	4,50	5,30	4,50
2011	5,20	4,40	4,20	5,30	2,40	0,60	3,00	5,20	4,60	2,20	5,60	4,80	0,60
2012	5,40	4,80	4,50	5,50	5,30	5,30	4,60	5,00	5,50	6,00	6,00	5,00	4,50
2013	5,60	6,00	6,00	5,40	4,60	5,30	5,00	5,60	4,90	5,40	4,80	5,00	4,60
2014	5,80	6,40	5,00	6,20	5,20	5,60	6,60	4,20	5,40	6,00	5,20	5,30	4,20
2015	5,40	6,00	4,80	5,00	5,90	5,00	4,00	5,40	4,60	6,40	4,70	6,00	4,00
2016	5,90	7,00	7,40	4,80	5,00	5,00	5,00	5,80	5,50	5,30	4,20	5,60	4,20
2017	5,00	5,00	5,40	5,00	5,30	4,00	4,00	4,30	4,00	4,00	4,90	5,10	4,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 14

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC La Capilla 2 – Lima. 1997-2017

Estación: La Capilla 2

Latitud: -12.52

Longitud: -76.49

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	32,30	32,90	33,30	31,30	30,00	30,50	29,00	28,00	29,70	30,70	29,30	32,00	33,30
1998	33,10	34,30	34,00	32,50	31,70	28,00	26,10	27,70	27,70	27,70	28,50	30,00	34,30
1999	31,90	33,50	33,90	31,90	30,30	26,70	25,30	25,70	28,50	29,50	29,50	29,60	33,90
2000	32,00	32,90	32,30	32,10	32,00	29,30	25,30	26,50	27,90	28,50	30,50	30,30	32,90
2001	31,50	32,50	32,70	32,30	30,00	26,90	25,50	25,70	27,90	28,30	30,30	30,70	32,70
2002	31,70	32,50	34,10	32,70	31,50	25,70	23,60	25,00	26,00	28,90	30,10	32,00	34,10
2003	32,00	33,30	33,80	31,70	29,90	27,80	26,80	27,00	26,70	28,30	29,50	30,70	33,80
2004	32,20	33,40	32,50	31,10	28,90	25,70	24,80	25,80	27,60	28,20	30,90	31,50	33,40
2005	32,40	31,60	32,40	30,70	28,10	26,00	25,80	25,70	24,90	27,00	29,20	30,40	32,40
2006	31,80	32,40	32,20	31,00	29,10	25,70	26,50	26,00	26,70	27,00	28,90	30,00	32,40
2007	31,70	32,20	32,50	31,80	29,50	25,70	24,00	24,00	25,60	27,20	30,00	31,10	32,50
2008	32,00	32,50	33,00	32,20	30,30	24,70	26,00	25,80	26,10	28,70	31,20	31,00	33,00
2009	32,30	32,60	32,90	31,90	30,80	26,70	25,80	25,30	25,80	30,00	30,40	29,50	32,90
2010	32,30	33,60	32,70	32,30	29,50	26,40	25,50	25,50	28,60	28,80	29,60	30,80	33,60
2011	32,70	32,40	31,90	31,80	30,10	28,30	25,00	26,10	27,60	29,00	30,10	31,00	32,70
2012	32,16	32,37	32,22	31,73	29,40	25,55	24,92	24,97	26,09	28,22	30,32	30,62	32,37
2013	32,00	33,90	34,00	33,10	29,60	27,00	27,00	25,50	27,70	28,00	33,00	31,00	34,00
2014	32,50	32,70	33,20	32,70	28,40	26,70	24,50	26,40	28,00	29,40	31,00	30,80	33,20
2015	32,50	34,50	33,50	32,10	31,00	28,00	26,40	26,50	29,20	29,30	29,60	32,00	34,50
2016	32,90	34,20	34,90	32,60	31,80	27,40	28,20	26,60	29,00	29,10	31,00	31,80	34,90
2017	34,10	35,00	35,20	32,10	31,30	25,50	25,70	25,60	27,80	29,80	29,90	31,00	35,20
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	16,30	17,80	17,00	15,70	14,30	15,10	15,90	15,80	14,00	14,10	15,30	17,00	14,00
1998	19,30	20,00	20,00	17,80	14,10	14,30	12,00	12,50	12,30	12,90	12,70	13,10	12,00
1999	16,50	18,30	17,50	16,00	13,90	11,00	11,00	12,00	11,70	13,00	13,50	15,90	11,00
2000	15,00	14,90	15,00	13,70	12,70	11,00	11,00	12,30	12,00	12,00	12,00	16,10	11,00
2001	16,50	18,00	18,70	15,00	12,00	11,50	12,00	11,30	11,50	11,90	12,00	14,50	11,30
2002	15,90	18,00	18,10	16,00	13,70	12,00	11,80	11,40	11,80	12,70	13,70	15,30	11,40
2003	17,00	18,30	17,50	15,00	11,90	11,60	10,50	11,00	12,00	11,90	13,50	16,00	10,50
2004	15,90	18,50	17,80	15,10	12,50	12,00	11,00	11,50	12,90	13,30	14,50	15,30	11,00
2005	17,50	17,80	17,40	16,40	12,00	11,90	10,40	11,20	12,00	11,40	12,50	14,20	10,40
2006	16,80	18,80	17,10	15,50	12,40	12,00	12,70	12,30	12,50	13,40	14,60	15,00	12,00
2007	17,10	18,00	17,90	16,30	12,10	11,80	12,00	11,00	11,80	11,50	12,40	14,00	11,00
2008	16,50	17,90	17,80	16,30	12,30	12,10	10,80	12,30	12,50	13,10	14,90	15,90	10,80
2009	18,20	18,70	18,50	17,00	14,90	12,10	13,10	12,10	12,70	13,20	14,10	16,00	12,10
2010	18,00	18,50	17,50	16,50	13,30	12,50	9,80	10,40	10,80	11,60	12,10	15,00	9,80
2011	16,90	17,60	16,70	15,40	13,50	13,90	12,90	11,60	12,50	12,90	13,41	15,07	11,60
2012	17,32	18,21	17,48	16,13	12,78	12,09	11,14	10,76	11,91	12,28	13,41	15,04	10,76
2013	17,20	18,60	17,90	14,80	7,00	10,60	12,30	11,60	12,30	12,70	13,20	15,70	7,00
2014	17,80	17,90	17,00	15,80	15,00	13,50	2,50	12,50	12,50	13,50	14,00	15,10	2,50
2015	16,80	19,00	18,80	17,20	15,40	12,50	13,00	13,30	14,00	14,00	15,00	15,30	12,50
2016	17,00	19,80	19,80	16,80	14,80	12,80	13,00	12,60	13,10	13,60	13,70	15,40	12,60

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 15

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Vilca – Lima. 1997-2017

Estación: Vilca:

Latitud: -12.11

Longitud: -75.83

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	17,93	16,80	16,40	15,94	20,73	15,36	16,33	17,56	17,93	16,72	14,13	17,29	20,73
1998	18,03	16,92	16,56	16,15	20,71	15,67	16,59	17,78	18,12	16,97	14,54	17,50	20,71
1999	18,13	17,04	16,72	16,36	20,69	15,99	16,85	17,99	18,31	17,22	14,95	17,70	20,69
2000	18,23	17,16	16,88	16,57	20,66	16,31	17,10	18,20	18,51	17,46	15,35	17,91	20,66
2001	18,34	17,29	17,04	16,78	20,64	16,62	17,36	18,41	18,70	17,71	15,76	18,11	20,64
2002	18,44	17,41	17,21	16,99	20,62	16,94	17,62	18,62	18,89	17,96	16,16	18,32	20,62
2003	18,54	17,53	17,37	17,20	20,60	17,26	17,88	18,83	19,08	18,21	16,57	18,52	20,60
2004	22,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	17,20	20,00	20,00	22,00
2005	19,00	19,00	18,00	18,00	20,55	17,89	18,39	19,25	20,00	20,00	21,00	18,00	21,00
2006	18,00	18,00	18,00	17,00	18,00	17,00	18,65	18,00	19,66	19,00	18,00	18,00	19,66
2007	19,00	17,00	17,00	17,00	18,00	18,00	17,00	20,00	18,00	19,00	21,00	20,00	21,00
2008	16,00	17,00	19,00	18,00	19,00	19,00	18,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
2009	18,00	17,00	18,00	17,00	18,00	20,00	18,00	19,00	21,00	19,00	21,00	19,00	21,00
2010	19,00	20,00	18,00	21,00	20,00	19,00	20,00	22,00	21,00	19,00	21,00	19,00	22,00
2011	17,00	18,00	17,00	19,40	20,41	21,40	19,93	21,80	21,60	21,00	19,81	21,00	21,80
2012	20,80	19,40	19,58	19,80	21,00	21,20	21,00	21,00	20,80	21,00	20,00	21,00	21,20
2013	20,20	18,19	18,60	19,00	20,00	20,00	20,00	20,80	21,80	21,00	21,00	21,00	21,80
2014	20,80	18,60	20,00	18,80	19,40	21,00	20,00	21,40	21,00	20,80	21,00	20,20	21,40
2015	19,80	19,00	20,00	19,80	20,60	21,00	21,00	21,20	22,00	22,00	21,20	21,40	22,00
2016	21,40	20,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	22,00	21,20	22,00
2017	19,20	19,00	18,00	19,00	20,00	20,80	22,00	21,20	20,80	21,00	22,20	21,00	22,20
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	-0,32	0,49	-1,84	0,32	-7,47	-4,70	1,60	-3,32	-3,08	-0,70	3,27	0,26	-7,47
1998	-0,12	0,66	-1,52	0,44	-6,98	-4,48	1,43	-3,17	-2,89	-0,61	3,10	0,41	-6,98
1999	0,08	0,82	-1,20	0,56	-6,48	-4,27	1,27	-3,02	-2,70	-0,52	2,92	0,56	-6,48
2000	0,29	0,99	-0,88	0,68	-5,99	-4,06	1,10	-2,87	-2,51	-0,43	2,75	0,71	-5,99
2001	0,49	1,15	-0,56	0,80	-5,50	-3,85	0,94	-2,72	-2,32	-0,34	2,58	0,86	-5,50
2002	0,70	1,32	-0,24	0,92	-5,01	-3,64	0,77	-2,57	-2,13	-0,25	2,41	1,01	-5,01
2003	0,90	1,48	0,08	1,04	-4,52	-3,43	0,61	-2,42	-1,93	-0,16	2,24	1,16	-4,52
2004	0,00	2,00	3,00	0,20	-0,20	-0,20	-0,50	0,00	0,00	1,00	1,00	3,00	-0,50
2005	0,00	2,00	2,00	2,00	-3,54	-3,01	0,27	-2,12	-2,00	0,00	1,00	1,00	-3,54
2006	0,00	2,00	3,00	1,00	-2,00	-1,00	0,11	-2,00	-2,00	-0,30	2,00	2,00	-2,00
2007	3,00	-1,00	2,00	3,00	-3,00	-3,00	-4,00	-2,00	0,00	1,00	-1,00	-1,00	-4,00
2008	3,00	3,00	2,00	1,00	-3,00	-3,00	-6,00	-3,00	-3,00	0,00	1,00	0,00	-6,00
2009	3,00	4,00	3,00	2,00	0,00	-3,00	-2,00	-1,00	-1,00	-1,00	-2,00	3,00	-3,00
2010	3,00	4,00	4,00	2,00	-2,00	-3,00	-2,00	-2,00	-2,00	2,00	-1,00	3,00	-3,00
2011	4,00	1,00	1,00	2,20	-0,59	-2,40	-0,72	0,00	0,00	-1,20	0,87	4,20	-2,40
2012	3,40	4,00	2,96	1,20	-1,00	-1,00	-3,00	-1,00	0,00	-1,00	1,40	2,80	-3,00
2013	4,80	4,20	3,60	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	3,00	0,00
2014	2,80	2,00	3,20	3,20	1,00	-2,20	0,00	-1,00	1,00	1,80	0,60	3,20	-2,20
2015	1,00	4,00	4,00	4,00	2,40	1,00	0,20	-1,20	2,00	1,00	-2,40	1,00	-2,40
2016	2,00	3,80	4,00	2,60	1,60	-1,00	-2,00	1,00	-1,00	2,00	-1,00	3,00	-2,00
2017	4,00	3,00	4,80	2,00	1,80	-1,00	-3,00	-2,40	1,00	1,00	2,00	3,80	-3,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 16

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Yauyos – Lima. 1997-2017

Estación: Yauyos

Latitud: -12.49

Longitud: -75.91

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	25,76	25,94	25,25	27,00	28,10	26,70	27,70	28,70	26,90	28,70	27,50	27,70	28,70
1998	27,70	27,90	25,80	27,50	28,90	26,90	26,30	27,10	26,90	27,90	27,50	27,60	28,90
1999	26,50	25,30	24,90	27,40	25,70	25,60	27,10	26,30	26,50	25,70	26,10	26,10	27,40
2000	24,80	24,90	24,10	26,30	26,00	26,70	26,00	27,30	27,30	27,90	26,70	26,70	27,90
2001	25,60	25,60	25,70	25,30	26,70	26,50	26,90	27,60	27,20	26,90	27,30	28,90	28,90
2002	26,40	26,50	26,70	27,70	29,80	28,30	26,50	28,60	27,40	27,50	26,70	27,90	29,80
2003	27,30	27,10	25,90	26,90	27,00	25,80	26,70	27,80	27,20	27,90	28,20	26,20	28,20
2004	27,50	26,60	26,90	26,80	27,00	27,80	26,80	27,20	27,10	28,10	27,90	26,70	28,10
2005	26,70	27,50	26,90	27,50	26,80	25,80	28,10	27,50	27,50	27,20	27,80	25,10	28,10
2006	26,10	25,60	25,90	25,90	25,80	26,94	29,70	27,40	28,70	27,90	27,10	26,50	29,70
2007	27,30	27,00	26,80	26,20	26,20	26,80	27,90	26,40	27,80	26,20	27,30	27,00	27,90
2008	25,60	25,80	24,80	27,20	27,30	26,50	26,60	26,60	28,20	28,20	27,90	27,70	28,20
2009	25,40	25,60	25,60	28,40	27,80	28,30	27,40	28,60	28,50	28,20	28,30	28,90	28,90
2010	27,60	30,60	27,90	27,10	28,20	28,40	26,30	27,30	28,60	27,40	27,10	25,40	30,60
2011	24,40	25,00	26,60	26,40	27,20	27,60	27,20	28,80	28,60	26,50	27,80	27,30	28,80
2012	27,60	24,90	27,10	25,70	28,40	27,80	27,80	27,40	28,50	28,30	28,20	27,70	28,50
2013	28,20	26,00	25,60	27,20	26,60	26,80	27,60	27,10	28,20	28,20	27,90	28,40	28,40
2014	26,80	27,20	26,30	27,80	26,40	27,20	28,60	28,20	28,20	28,30	28,20	28,00	28,60
2015	28,60	28,20	28,60	28,20	28,10	30,50	27,80	28,60	29,60	30,40	29,90	30,70	30,70
2016	30,80	28,90	28,60	30,90	30,60	27,70	27,60	28,20	29,50	29,80	30,10	29,10	30,90
2017	27,80	26,90	25,70	28,20	28,30	28,40	29,50	28,50	28,70	30,80	28,80	28,60	30,80
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	9,20	9,90	7,90	9,00	8,40	6,50	7,30	9,20	8,30	8,70	8,30	10,50	6,50
1998	12,10	12,50	12,30	10,50	8,70	8,30	7,90	8,10	8,10	9,00	8,50	8,70	7,90
1999	10,10	11,50	10,40	9,50	7,30	6,50	7,70	7,40	7,80	7,40	7,90	10,10	6,50
2000	9,40	10,00	9,30	9,50	7,50	6,70	6,90	6,30	6,90	9,10	5,70	9,10	5,70
2001	10,00	10,50	10,00	9,50	6,30	7,30	7,10	7,20	9,90	10,30	9,70	10,20	6,30
2002	8,90	10,50	9,80	8,90	7,30	7,50	6,90	8,00	8,20	9,10	9,50	10,20	6,90
2003	10,90	10,20	10,80	8,90	8,50	7,70	7,40	8,80	8,60	8,50	9,10	10,90	7,40
2004	8,70	10,60	10,90	7,30	6,80	7,70	6,70	7,50	9,10	9,00	9,30	9,90	6,70
2005	9,20	10,90	11,00	8,90	6,50	6,60	4,90	7,40	7,90	7,30	7,10	7,30	4,90
2006	8,50	11,10	9,30	8,10	4,80	6,19	5,50	7,40	6,80	7,70	9,00	9,30	4,80
2007	9,80	8,00	10,00	7,80	6,20	6,80	5,40	6,30	8,30	8,80	7,70	9,00	5,40
2008	9,10	10,00	8,20	7,90	6,30	6,40	6,30	6,40	6,10	6,40	7,90	7,40	6,10
2009	9,20	9,60	9,40	8,20	6,40	4,40	5,40	4,20	6,60	7,20	6,40	7,70	4,20
2010	9,00	9,70	9,20	7,55	6,20	5,60	4,90	5,40	5,60	5,60	5,40	6,40	4,90
2011	7,70	6,80	5,60	9,20	5,20	6,40	5,80	5,60	6,80	4,60	7,30	7,70	4,60
2012	8,20	8,20	5,90	8,90	7,10	9,20	9,80	7,00	7,00	7,80	9,40	9,40	5,90
2013	9,40	9,40	1,80	7,80	5,10	6,00	6,40	4,60	5,80	0,60	7,80	1,04	0,60
2014	7,90	8,40	7,60	7,80	6,00	5,80	7,00	5,80	6,90	6,00	6,20	6,60	5,80
2015	6,70	8,50	7,20	7,30	5,80	5,10	4,90	5,20	8,20	9,20	7,80	8,80	4,90
2016	6,20	10,00	11,20	8,50	7,50	6,40	6,10	6,30	6,30	7,00	5,70	7,20	5,70
2017	8,80	8,90	9,30	6,90	6,30	6,60	6,00	6,80	8,00	7,40	7,50	8,40	6,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 17

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Pacarán – Lima. 1997-2017

Estación: Pacarán

Latitud: -12.83

Longitud: -76.07

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	29,10	31,20	31,30	31,00	28,50	28,20	27,60	30,40	29,10	28,90	28,80	30,20	31,30
1998	31,50	33,20	31,50	32,00	29,90	28,50	27,50	28,00	28,80	28,90	29,40	30,10	33,20
1999	30,20	30,60	31,20	30,40	29,50	26,50	26,00	26,50	28,50	29,00	28,80	29,60	31,20
2000	30,00	31,00	30,70	30,70	29,20	28,80	26,30	28,40	28,50	29,50	30,00	29,90	31,00
2001	30,00	31,50	31,50	31,00	29,00	26,70	28,20	27,60	28,90	28,70	29,50	31,60	31,60
2002	30,60	30,80	32,20	30,30	29,50	26,70	27,20	27,50	28,00	29,50	28,60	31,06	32,20
2003	30,00	31,40	32,00	31,60	29,40	26,60	27,00	28,80	27,60	28,80	28,60	30,00	32,00
2004	30,80	31,60	31,00	31,00	29,49	27,60	27,50	27,50	28,40	29,90	30,20	30,50	31,60
2005	31,00	31,10	32,50	31,40	29,54	28,90	28,50	27,20	28,40	28,20	29,90	30,40	32,50
2006	30,60	31,90	32,00	30,50	29,40	28,00	26,80	28,50	29,20	30,40	29,40	30,50	32,00
2007	30,90	31,30	31,60	30,70	30,70	28,20	26,90	28,40	27,80	28,80	30,00	29,80	31,60
2008	32,00	32,50	32,40	31,20	30,40	26,40	27,00	27,80	29,60	28,90	30,50	30,50	32,50
2009	31,20	32,20	32,00	31,40	30,40	29,00	28,20	29,50	29,20	30,40	31,40	30,20	32,20
2010	31,40	32,20	32,30	31,30	31,20	29,20	27,50	28,20	30,20	28,30	29,90	30,00	32,30
2011	31,60	31,90	32,30	31,50	30,00	29,00	28,80	27,70	30,70	30,50	31,10	31,40	32,30
2012	32,70	32,00	32,00	31,90	30,20	28,10	25,80	26,80	28,10	31,60	30,10	31,20	32,70
2013	32,00	33,30	33,70	30,23	30,70	28,00	27,00	28,50	29,80	29,80	31,00	31,30	33,70
2014	32,00	32,00	31,20	31,30	28,70	27,90	27,30	29,00	29,52	30,18	30,20	30,30	32,00
2015	31,30	34,80	32,60	31,80	30,80	27,80	27,30	28,20	30,50	30,60	30,90	31,90	34,80
2016	32,20	33,30	33,90	32,40	31,20	29,80	29,30	27,60	30,50	29,90	31,30	32,00	33,90
2017	31,90	32,60	33,50	32,70	30,30	28,60	29,20	29,00	30,30	31,20	30,20	31,30	33,50
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	15,50	15,90	15,90	15,60	12,80	12,40	13,00	13,30	14,30	12,90	14,50	16,80	12,40
1998	19,20	19,30	19,00	17,20	13,40	13,60	12,00	11,20	11,00	11,90	12,30	13,20	11,00
1999	16,20	17,40	16,60	16,20	13,00	11,20	9,60	9,90	11,20	12,90	12,80	15,00	9,60
2000	16,00	16,30	14,80	16,40	12,50	10,00	10,00	10,50	11,50	12,00	11,00	14,80	10,00
2001	16,80	16,80	16,20	15,30	11,80	10,00	9,50	9,00	11,00	11,90	13,10	14,70	9,00
2002	15,60	16,90	17,30	15,50	13,40	10,00	9,60	10,00	10,50	11,50	13,90	14,12	9,60
2003	17,30	18,80	17,80	15,00	13,20	11,80	10,00	10,80	10,20	11,80	12,40	15,80	10,00
2004	16,40	17,90	18,40	15,00	12,87	10,50	9,40	9,13	11,40	12,60	13,10	14,10	9,13
2005	15,60	17,20	16,70	15,10	12,87	9,90	9,00	9,70	11,00	10,50	11,00	12,60	9,00
2006	16,00	17,90	17,20	15,80	12,30	10,00	10,20	11,00	11,40	12,80	13,60	15,80	10,00
2007	17,40	15,80	16,60	16,40	12,70	10,40	9,80	9,80	10,50	10,40	12,00	13,60	9,80
2008	16,20	17,30	16,40	16,10	11,30	10,20	9,30	9,80	10,80	12,60	13,50	15,00	9,30
2009	16,80	17,90	17,50	16,90	13,60	11,80	10,60	9,80	11,80	12,40	13,40	15,40	9,80
2010	17,50	17,50	17,90	16,60	12,50	10,20	8,20	8,30	10,00	11,90	11,50	12,80	8,20
2011	16,50	17,40	16,20	16,50	11,50	11,50	10,60	10,20	10,70	10,90	13,20	16,00	10,20
2012	17,30	18,20	18,10	16,30	11,80	12,10	10,60	11,30	10,60	12,30	13,60	14,90	10,60
2013	16,90	18,50	17,60	14,80	12,40	11,00	10,50	10,10	10,80	12,20	12,50	15,00	10,10
2014	17,00	16,80	17,20	16,00	12,40	1,60	10,50	10,80	12,30	12,80	12,80	14,50	1,60
2015	15,90	17,80	18,20	17,50	13,60	12,80	11,00	10,90	11,50	13,00	13,00	15,10	10,90
2016	15,90	18,80	19,10	16,50	13,90	12,10	10,40	11,40	11,20	13,00	12,60	15,80	10,40
2017	18,80	18,40	18,90	17,10	14,60	11,40	10,50	9,90	11,90	12,30	12,20	15,20	9,90

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 18

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Socsi Cañete–Lima. 1997-2017

Estación: Socsi Cañete

Latitud: -13.03

Longitud: -76.19

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	31,92	32,55	32,33	31,73	28,76	25,73	23,92	23,11	24,74	25,29	26,68	29,03	32,55
1998	31,74	32,44	32,23	31,59	28,70	25,67	23,92	23,19	24,75	25,33	26,66	28,93	32,44
1999	31,57	32,34	32,14	31,45	28,63	25,60	23,92	23,27	24,77	25,36	26,63	28,83	32,34
2000	31,39	32,23	32,04	31,32	28,56	25,53	23,92	23,35	24,79	25,40	26,61	28,72	32,23
2001	31,22	32,13	31,94	31,18	28,50	25,46	23,92	23,43	24,81	25,44	26,58	28,62	32,13
2002	31,04	32,02	31,85	31,04	28,43	25,40	23,92	23,51	24,83	25,48	26,55	28,52	32,02
2003	30,87	31,92	31,75	30,91	28,36	25,33	23,92	23,60	24,85	25,52	26,53	28,42	31,92
2004	30,20	32,20	31,20	30,20	28,60	24,80	24,50	23,60	26,30	26,80	26,20	28,60	32,20
2005	30,20	31,20	32,10	30,90	28,10	25,10	22,70	22,40	23,00	24,30	26,90	28,20	32,10
2006	31,20	31,90	31,90	30,80	28,90	25,50	23,60	24,20	26,20	26,40	26,90	28,20	31,90
2007	31,80	32,80	31,90	30,50	28,60	25,80	22,80	23,80	22,50	23,50	25,90	27,70	32,80
2008	29,90	30,90	31,50	31,60	26,30	22,90	25,60	25,90	25,20	25,90	27,90	28,40	31,60
2009	30,10	31,90	31,20	30,40	29,00	25,00	25,50	25,30	25,20	26,30	27,20	28,80	31,90
2010	29,50	31,60	31,40	30,40	27,80	26,40	22,80	22,90	26,80	26,80	26,30	27,90	31,60
2011	26,90	30,50	30,10	28,60	27,50	24,20	23,90	23,50	24,50	25,40	25,00	26,10	30,50
2012	30,80	30,50	30,20	29,60	28,60	26,50	24,50	23,70	23,90	26,40	23,90	26,80	30,80
2013	28,20	28,90	29,90	27,60	26,70	23,60	23,00	24,90	25,80	25,80	25,50	26,80	29,90
2014	26,90	28,90	29,20	27,30	25,90	25,30	24,70	25,30	26,20	26,70	26,90	27,40	29,20
2015	29,30	30,10	30,40	30,50	27,50	26,30	24,80	24,60	24,80	25,70	26,10	26,70	30,50
2016	29,40	32,20	31,80	29,60	26,60	20,50	22,70	24,50	25,00	24,60	26,90	27,30	32,20
2017	29,40	32,20	31,50	30,30	29,90	25,60	23,80	24,30	24,50	26,80	27,10	28,20	32,20
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	17,08	17,65	15,91	13,47	8,20	8,70	9,67	11,39	12,83	12,79	14,28	14,22	8,20
1998	17,04	17,70	16,06	13,70	8,64	9,03	9,86	11,45	12,84	12,82	14,24	14,27	8,64
1999	17,01	17,75	16,22	13,93	9,09	9,35	10,05	11,51	12,86	12,86	14,20	14,31	9,09
2000	16,97	17,80	16,38	14,17	9,54	9,68	10,24	11,56	12,88	12,89	14,16	14,35	9,54
2001	16,94	17,85	16,53	14,40	9,99	10,01	10,44	11,62	12,89	12,93	14,12	14,39	9,99
2002	16,90	17,90	16,69	14,64	10,44	10,33	10,63	11,68	12,91	12,96	14,08	14,43	10,33
2003	16,87	17,95	16,84	14,87	10,88	10,66	10,82	11,73	12,92	13,00	14,04	14,47	10,66
2004	16,20	19,10	18,10	15,50	10,10	11,40	10,10	12,00	13,20	12,80	14,10	14,80	10,10
2005	17,80	17,90	17,80	16,20	12,20	12,00	11,30	12,80	13,00	12,50	12,50	13,90	11,30
2006	17,30	18,70	17,50	14,90	12,80	12,50	13,60	12,50	13,50	13,90	14,80	15,20	12,50
2007	16,70	17,80	16,90	16,50	12,50	11,40	11,00	10,80	12,20	12,20	13,90	14,50	10,80
2008	16,80	18,10	16,80	15,20	12,80	12,30	12,00	13,30	13,70	14,70	14,50	15,30	12,00
2009	17,00	18,50	18,00	16,40	13,80	11,90	11,90	10,00	13,20	13,80	14,60	14,90	10,00
2010	17,40	18,10	19,00	16,80	15,00	12,70	10,30	10,40	11,40	11,70	13,20	14,20	10,30
2011	15,00	17,40	15,50	16,20	13,80	10,50	13,10	12,80	13,20	13,10	14,00	13,30	10,50
2012	14,10	18,00	18,60	17,00	15,90	15,00	12,70	12,30	13,10	12,80	14,00	14,30	12,30
2013	16,70	17,30	17,40	16,00	16,00	13,00	11,00	12,00	12,50	14,00	10,90	15,60	10,90
2014	16,50	16,80	16,90	15,50	14,70	13,20	12,90	13,20	13,70	14,10	15,00	16,40	12,90
2015	17,50	19,10	18,30	18,40	15,80	16,20	15,20	13,20	13,30	14,00	14,00	15,00	13,20
2016	16,40	19,80	21,80	20,00	18,10	17,00	14,30	14,00	14,10	13,70	13,80	14,90	13,70
2017	17,00	20,00	19,50	18,20	15,90	14,20	12,10	11,00	12,50	12,30	13,00	14,60	11,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 19

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Chamana – Ancash. 1997-2017

Estación: Chamana

Latitud: -10.25

Longitud: -77.56

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	27,60	28,80	27,00	27,20	27,20	27,20	27,60	27,80	27,60	29,00	27,60	27,80	29,00
1998	27,60	27,60	27,80	27,40	27,40	26,80	27,00	27,40	27,60	26,80	26,60	26,60	27,80
1999	26,80	26,00	26,20	26,00	26,40	26,60	26,60	26,20	26,20	26,60	26,00	26,00	26,80
2000	26,40	26,20	26,20	26,60	26,20	26,40	26,20	26,20	25,80	27,20	26,20	26,20	27,20
2001	25,80	25,00	25,40	26,20	24,80	26,00	25,60	26,40	26,40	26,60	25,80	25,20	26,60
2002	25,40	25,60	24,80	24,40	25,40	24,80	25,40	25,60	25,80	24,40	22,80	26,60	26,60
2003	25,60	24,60	23,60	21,80	21,80	25,80	25,40	27,20	27,20	26,40	25,60	26,60	27,20
2004	24,40	22,80	25,40	25,20	24,40	25,00	26,00	25,40	25,60	23,60	24,60	25,40	26,00
2005	24,80	26,40	24,80	23,60	25,20	26,20	26,80	26,40	27,00	28,00	26,80	25,20	28,00
2006	24,40	25,80	23,80	22,40	26,00	25,60	27,80	26,60	29,00	28,80	26,60	25,40	29,00
2007	27,20	27,40	25,60	24,80	27,00	25,60	27,20	28,00	27,80	25,00	26,40	25,80	28,00
2008	24,80	25,40	24,60	25,40	26,60	25,40	25,60	25,40	28,80	26,20	25,80	25,60	28,80
2009	25,40	25,40	24,20	26,40	26,00	26,80	25,80	26,40	27,00	28,40	26,20	24,80	28,40
2010	25,20	30,60	26,40	25,80	25,20	26,80	25,40	25,80	26,40	31,60	25,00	23,80	31,60
2011	24,80	24,20	23,60	23,20	26,60	26,20	26,60	27,60	27,80	25,20	25,60	25,20	27,80
2012	26,20	24,00	26,20	21,60	26,80	26,60	26,40	26,40	26,60	26,80	26,80	25,00	26,80
2013	27,40	25,00	25,00	28,40	26,40	26,00	28,80	26,80	29,80	29,00	26,60	27,80	29,80
2014	25,60	25,20	23,40	27,00	27,60	28,20	28,00	27,60	27,20	28,60	26,60	25,60	28,60
2015	28,20	25,80	27,00	26,20	27,80	26,00	24,80	24,80	25,80	25,60	25,80	26,40	28,20
2016	27,60	26,40	27,40	25,40	25,80	25,20	25,60	26,40	27,20	26,40	27,40	26,40	27,60
2017	26,60	25,80	23,60	24,00	24,80	25,20	25,00	24,40	25,80	25,80	25,60	25,80	26,60
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	5,20	7,00	8,00	8,00	7,00	4,20	7,60	6,00	6,80	7,00	7,20	7,60	4,20
1998	9,00	9,60	9,80	10,00	9,00	9,40	7,80	7,80	8,80	10,20	9,20	9,20	7,80
1999	9,20	8,60	8,60	8,80	9,00	7,20	6,80	7,40	8,60	9,40	10,20	9,40	6,80
2000	9,40	9,00	9,00	9,00	7,20	6,40	7,00	7,00	8,60	8,00	6,00	6,00	6,00
2001	6,60	6,00	6,60	6,80	6,00	6,00	6,00	6,80	7,60	9,60	9,80	9,80	6,00
2002	9,80	9,80	9,80	9,40	10,00	7,40	6,80	6,60	7,60	7,60	7,40	8,00	6,60
2003	9,20	9,00	8,40	9,40	8,80	3,00	2,80	3,60	4,40	6,00	5,00	5,00	2,80
2004	4,80	4,80	6,60	4,40	5,40	3,60	5,00	3,40	5,00	5,80	4,60	5,20	3,40
2005	4,00	6,40	5,20	5,00	3,40	3,60	3,80	4,00	5,00	5,20	4,20	4,20	3,40
2006	5,00	5,20	6,80	5,00	3,20	3,40	1,20	4,60	4,60	2,00	5,20	6,00	1,20
2007	6,60	6,60	3,60	3,60	4,60	3,20	3,60	3,80	4,40	7,60	8,60	7,40	3,20
2008	9,00	9,60	8,00	9,40	7,40	7,00	6,40	6,20	8,00	8,80	9,00	7,80	6,20
2009	8,60	9,80	9,40	9,00	9,00	7,20	7,20	7,00	7,00	9,40	9,00	11,40	7,00
2010	10,20	10,00	11,60	9,60	8,00	6,80	7,80	5,80	8,00	7,40	7,20	7,60	5,80
2011	8,20	8,20	5,60	4,80	6,60	4,80	5,40	4,80	6,60	5,00	6,20	6,80	4,80
2012	8,00	7,80	7,20	7,00	5,00	2,60	1,40	1,20	1,80	4,60	5,60	5,00	1,20
2013	7,80	6,80	6,20	4,80	4,60	2,60	0,20	0,40	2,00	4,40	5,20	5,20	0,20
2014	6,40	5,00	4,00	4,20	2,40	1,80	2,20	1,60	3,60	4,00	2,40	4,20	1,60
2015	4,00	4,40	3,60	4,00	2,60	1,60	1,20	2,00	3,00	3,00	4,60	3,60	1,20
2016	4,00	2,40	2,40	2,20	2,40	1,20	1,00	1,80	4,00	4,80	2,40	4,60	1,00
2017	8,00	9,40	8,00	7,20	7,00	4,00	2,80	3,00	5,60	6,80	3,20	3,00	2,80

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 20

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Buena Vista–Ancash. 1997-2017

Estación: Buena Vista

Latitud: -9.43

Longitud: -78.20

TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (°C)
1997	33,20	33,60	34,50	32,60	32,80	31,50	31,40	30,20	32,20	32,00	32,20	34,50	34,50
1998	37,60	36,00	35,00	35,40	33,00	29,50	27,50	27,50	27,58	28,80	29,60	32,00	37,60
1999	33,00	33,20	33,00	31,50	30,60	27,40	26,60	27,10	29,20	29,00	30,60	31,20	33,20
2000	32,60	33,40	34,40	32,50	30,50	29,10	26,20	27,10	29,50	29,40	31,40	31,20	34,40
2001	32,50	34,20	34,20	32,20	31,30	26,20	26,60	25,60	27,60	28,50	29,80	32,20	34,20
2002	32,50	34,00	34,00	32,20	30,60	28,00	26,00	26,60	27,50	30,80	29,50	31,40	34,00
2003	34,00	34,60	34,20	33,50	30,10	27,80	27,40	27,50	27,50	29,40	30,00	31,20	34,60
2004	33,20	35,00	34,40	33,00	31,20	27,50	27,50	29,00	27,60	30,00	30,40	32,50	35,00
2005	33,00	34,00	35,50	33,40	30,00	27,40	27,20	26,40	26,60	29,20	30,00	33,00	35,50
2006	34,50	34,30	34,00	32,80	31,50	26,50	28,00	28,00	28,60	28,80	31,20	32,50	34,50
2007	34,00	33,60	33,40	32,50	30,50	26,60	26,50	26,20	27,50	28,00	30,20	31,20	34,00
2008	33,50	34,50	33,50	32,20	32,00	28,00	27,50	30,00	28,00	29,60	31,50	32,50	34,50
2009	33,80	34,50	34,60	33,60	32,50	29,00	28,00	28,00	27,60	29,50	31,50	32,00	34,60
2010	34,00	34,60	34,60	34,20	31,40	28,20	27,40	27,10	27,80	28,60	29,20	31,60	34,60
2011	33,80	35,00	33,80	33,20	29,60	30,40	29,00	28,00	28,00	29,00	30,00	31,20	35,00
2012	33,00	34,30	34,00	33,50	32,00	30,00	29,20	28,00	29,50	29,60	31,20	32,00	34,30
2013	33,20	34,50	35,00	32,60	30,50	22,60	26,20	26,50	28,50	29,20	30,00	32,00	35,00
2014	34,50	33,20	34,00	33,00	30,60	30,00	26,60	27,60	29,20	30,50	31,40	33,00	34,50
2015	32,50	34,00	35,50	33,50	32,00	30,50	31,00	28,50	30,00	30,00	31,50	34,00	35,50
2016	34,50	36,00	35,50	34,50	32,20	29,50	28,00	29,50	29,00	29,50	30,50	33,00	36,00
2017	35,00	34,50	35,00	33,50	32,50	29,00	26,50	29,00	28,50	29,50	31,00	33,50	35,00
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (°C)
1997	16,80	18,70	17,60	17,70	18,20	17,60	17,40	16,50	17,40	16,20	18,40	19,60	16,20
1998	21,40	21,20	20,60	18,20	17,00	15,20	14,20	13,40	13,20	14,20	14,50	14,70	13,20
1999	16,70	19,00	18,00	16,00	13,40	12,80	12,00	12,00	12,30	13,60	14,30	16,80	12,00
2000	17,70	17,70	16,80	14,80	14,00	14,00	13,40	13,40	12,40	13,80	12,80	16,40	12,40
2001	17,30	19,30	18,60	15,70	13,20	13,20	12,80	12,40	12,00	12,80	13,40	15,20	12,00
2002	16,70	18,80	19,50	17,20	15,00	12,20	12,00	12,80	12,90	14,30	15,50	17,00	12,00
2003	18,60	19,40	18,40	15,30	14,10	13,80	11,70	12,00	13,00	13,00	13,60	17,00	11,70
2004	17,20	18,70	18,20	15,40	13,50	12,40	12,60	11,80	12,80	13,80	15,20	16,20	11,80
2005	18,00	18,20	18,40	17,00	13,40	11,80	12,20	11,80	12,80	12,80	13,00	14,20	11,80
2006	17,60	19,60	18,60	15,30	13,50	13,80	15,00	13,00	13,60	14,00	14,70	17,20	13,00
2007	19,00	18,70	18,20	16,60	13,20	12,20	11,80	12,00	11,80	11,80	13,00	15,00	11,80
2008	17,50	18,80	18,50	16,70	14,40	14,00	13,50	15,00	13,40	14,20	15,00	16,50	13,40
2009	18,50	18,60	19,20	17,20	14,80	15,00	13,60	13,20	14,20	14,20	14,80	15,80	13,20
2010	18,40	19,60	19,50	17,40	14,80	13,00	11,50	11,00	12,30	12,60	12,80	15,60	11,00
2011	14,00	17,20	16,80	17,00	15,40	15,00	13,00	12,80	12,60	12,30	14,20	16,20	12,30
2012	18,60	19,00	18,80	17,20	13,73	15,80	14,50	13,00	13,80	13,50	15,50	16,00	13,00
2013	18,00	18,40	18,00	14,80	13,00	12,80	12,00	12,40	12,60	13,20	13,40	16,60	12,00
2014	17,80	18,50	17,80	16,20	17,20	15,80	13,60	13,40	13,40	13,80	15,20	17,00	13,40
2015	18,60	21,00	20,00	18,20	17,40	17,30	14,30	14,00	15,20	15,40	15,30	18,20	14,00
2016	19,40	18,40	20,40	16,40	14,10	13,30	12,30	13,20	13,40	14,20	13,40	16,20	12,30
2017	18,20	21,20	21,40	18,40	15,30	15,00	13,20	12,40	13,20	13,00	13,10	16,20	12,40

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 21

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Aija – Ancash. 1997-2017

Estación: Aija

Latitud: -9.78

Longitud: -77.60

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Max (C°)
1997	11,99	14,79	16,42	17,75	17,39	18,25	17,85	18,74	17,90	18,11	17,80	17,66	18,74
1998	12,20	14,81	16,38	17,68	17,46	18,19	17,89	18,68	17,87	18,06	17,73	17,57	18,68
1999	12,41	14,84	16,35	17,61	17,53	18,13	17,94	18,62	17,84	18,00	17,66	17,49	18,62
2000	15,70	14,50	15,00	15,00	17,20	15,90	17,40	16,90	16,20	18,00	17,10	16,70	18,00
2001	14,90	15,60	14,70	18,50	17,30	18,00	19,30	17,60	16,80	17,40	17,00	18,00	19,30
2002	17,00	16,60	16,40	17,90	19,00	19,50	16,80	19,20	16,00	16,00	16,40	17,00	19,50
2003	17,00	16,00	15,50	16,50	16,30	16,70	17,20	18,20	18,00	18,30	17,30	16,10	18,30
2004	16,50	16,50	18,40	16,90	18,20	18,70	16,70	18,30	20,90	17,30	17,00	18,30	20,90
2005	16,90	18,10	16,50	18,20	17,80	17,00	19,20	18,30	17,40	17,30	17,40	16,50	19,20
2006	16,70	17,20	16,20	17,30	17,10	18,80	20,90	19,90	19,00	20,30	17,40	18,20	20,90
2007	17,10	19,10	18,30	18,00	19,10	19,30	18,30	18,90	19,30	19,20	20,30	21,30	21,30
2008	14,32	15,06	17,20	19,60	20,40	20,30	20,80	21,10	21,80	19,90	21,00	14,60	21,80
2009	13,20	13,10	13,80	16,20	19,10	16,20	18,10	18,40	15,30	16,40	16,80	16,50	19,10
2010	17,30	18,20	17,20	18,30	18,30	16,40	15,70	16,00	15,50	15,80	14,20	14,20	18,30
2011	14,90	13,80	15,10	16,10	16,10	17,50	18,50	16,30	15,90	16,20	14,80	15,10	18,50
2012	13,50	16,50	16,20	15,00	18,45	16,30	18,90	18,50	19,20	17,30	16,79	15,20	19,20
2013	15,30	14,50	16,10	16,30	16,40	17,50	15,80	16,40	16,20	15,30	15,10	16,10	17,50
2014	15,20	14,70	15,60	16,20	16,30	16,40	16,50	17,20	16,80	16,40	17,40	16,20	17,40
2015	16,70	15,10	15,50	16,40	16,80	16,90	16,80	17,50	17,10	17,50	16,40	16,40	17,50
2016	17,10	15,50	15,90	16,40	17,60	17,80	17,60	17,90	18,10	18,20	18,90	16,40	18,90
2017	15,20	15,30	14,60	16,40	16,70	16,90	17,60	17,60	17,20	17,10	18,10	17,40	18,10
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	8,99	6,26	4,76	4,47	4,92	5,24	3,77	5,10	5,31	4,32	2,43	4,37	2,43
1998	8,59	6,06	4,66	4,37	4,70	4,96	3,59	4,82	5,08	4,13	2,52	4,24	2,52
1999	8,20	5,86	4,56	4,27	4,48	4,67	3,41	4,54	4,85	3,95	2,61	4,11	2,61
2000	3,00	4,00	3,50	4,50	4,10	3,90	2,00	3,60	3,80	4,00	0,80	0,90	0,80
2001	4,00	4,90	4,70	2,50	3,40	3,60	3,30	3,50	4,40	4,60	3,00	4,10	2,50
2002	4,10	4,30	5,20	4,50	3,40	4,30	3,00	3,70	3,40	2,00	4,00	5,20	2,00
2003	4,20	4,00	3,20	3,00	4,80	3,20	3,50	3,30	4,50	3,60	3,00	4,00	3,00
2004	1,30	4,00	4,50	3,80	4,00	3,80	2,80	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	1,30
2005	3,10	4,10	4,20	3,00	2,80	2,70	3,00	2,20	2,80	2,50	3,00	3,80	2,20
2006	1,30	4,50	4,50	2,90	1,30	2,50	2,90	4,20	3,40	1,00	2,60	5,20	1,00
2007	6,00	2,40	4,20	4,00	2,50	2,50	-1,10	1,50	3,40	1,90	4,90	1,70	-1,10
2008	4,64	4,04	2,80	5,80	6,00	3,50	4,00	4,80	4,30	6,00	8,80	1,80	1,80
2009	2,80	3,20	2,50	3,00	2,00	1,30	2,30	1,50	2,00	2,20	0,50	4,00	0,50
2010	6,20	5,40	5,30	4,10	2,20	0,30	0,10	-0,90	2,00	-0,30	1,20	3,40	-0,90
2011	3,70	2,90	2,10	5,10	0,30	2,50	1,28	2,50	2,50	0,20	3,80	4,20	0,20
2012	2,00	3,20	4,60	4,50	1,65	1,00	2,50	2,00	4,50	3,40	3,82	2,00	1,00
2013	3,10	2,90	3,40	2,90	2,00	2,20	2,30	1,20	2,20	4,10	1,90	2,80	1,20
2014	2,80	2,90	2,80	0,30	1,80	0,60	0,40	0,70	0,60	0,30	-0,90	2,10	-0,90
2015	0,30	0,50	0,70	1,10	-0,80	-0,70	-1,10	-1,80	-1,70	-0,20	-1,90	0,30	-1,90
2016	0,30	3,20	3,40	2,30	1,30	-0,70	-0,50	-0,40	1,30	1,40	-1,20	2,80	-1,20
2017	2,80	3,10	3,70	2,80	2,10	-0,90	-1,60	-0,90	0,80	0,10	0,10	0,30	-1,60

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 22

Temperat. máx. y mín. mens., EC Antúnez Mayolo–Ancash.1997-2017

Estación: Santiago Antúnez de Mayolo

Latitud: -9.52

Longitud: - 77.52

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	23,58	24,17	23,33	23,01	24,19	23,51	23,88	25,18	24,83	25,82	23,88	24,44	25,82
1998	25,80	24,20	24,50	24,00	25,50	24,20	24,80	24,80	24,80	24,60	24,80	23,80	25,80
1999	23,80	24,00	26,20	24,00	22,80	22,60	24,50	24,60	24,00	24,20	26,80	23,80	26,80
2000	23,50	23,50	24,60	22,50	23,20	23,50	23,60	24,20	25,29	26,02	28,00	25,00	28,00
2001	24,00	24,43	23,74	23,70	24,34	23,98	24,25	25,47	25,45	26,09	24,62	24,79	26,09
2002	24,11	24,00	24,00	23,50	24,00	24,00	24,40	25,50	25,50	26,50	24,00	25,00	26,50
2003	24,50	24,50	24,50	24,60	23,70	25,00	24,50	25,50	25,50	27,00	26,60	25,00	27,00
2004	25,00	24,50	25,50	24,50	25,00	24,00	24,00	25,00	26,50	25,00	23,50	25,00	26,50
2005	24,00	25,50	24,00	25,50	26,00	25,00	26,00	26,50	26,70	26,30	26,60	26,30	26,70
2006	25,60	24,40	23,20	23,50	24,50	24,00	25,00	26,00	26,50	26,00	25,20	25,00	26,50
2007	25,00	26,00	23,50	23,60	24,20	24,80	23,50	25,60	25,50	27,00	26,20	25,80	27,00
2008	23,50	25,20	24,00	24,60	24,20	24,00	24,50	26,20	26,20	25,50	26,00	25,20	26,20
2009	24,50	23,00	23,00	25,00	24,00	25,00	24,60	26,80	27,50	27,80	25,00	25,00	27,80
2010	25,50	26,80	26,80	26,20	25,20	25,00	25,80	26,20	26,60	27,80	26,80	24,00	27,80
2011	23,00	23,20	23,20	25,41	25,50	25,00	24,80	25,80	26,50	26,50	26,50	25,00	26,50
2012	24,50	23,80	25,00	23,00	25,40	25,40	26,00	25,60	26,40	26,80	26,66	25,40	26,80
2013	26,00	25,00	25,40	25,50	25,00	25,40	25,20	26,40	27,60	26,60	26,00	26,40	27,60
2014	24,40	24,80	24,80	26,40	25,00	26,00	25,47	26,60	26,40	26,60	27,00	25,80	27,00
2015	25,40	25,00	25,60	25,60	25,40	25,60	26,20	26,60	28,20	27,40	26,40	27,00	28,20
2016	27,40	27,00	27,40	26,40	26,40	25,60	26,20	26,80	28,00	26,20	28,20	26,80	28,20
2017	25,80	25,40	24,00	24,60	24,20	26,00	26,20	26,40	28,40	28,00	26,60	25,80	28,40
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Tem. Minima (C°)
1997	2,60	5,40	5,09	3,02	1,76	1,08	0,93	1,11	2,71	3,34	3,89	3,23	0,93
1998	7,20	8,00	8,00	7,50	4,00	3,80	3,00	4,00	1,00	5,00	3,00	1,00	1,00
1999	4,00	3,20	4,50	5,50	6,00	1,40	0,20	1,00	3,50	4,00	3,00	4,00	0,20
2000	5,00	5,00	7,00	6,50	6,50	2,50	2,80	0,00	2,94	3,55	-5,00	1,50	-5,00
2001	3,37	5,58	5,46	3,96	2,30	1,53	1,31	1,51	3,02	3,62	3,90	3,70	1,31
2002	3,56	7,50	6,80	5,40	4,50	3,50	3,00	2,50	4,00	5,50	5,00	7,00	2,50
2003	6,50	4,50	6,00	4,20	2,60	2,50	1,00	1,50	3,50	4,50	4,00	6,40	1,00
2004	2,00	4,70	4,00	1,50	2,50	1,00	1,00	0,00	2,50	3,00	2,00	2,00	0,00
2005	0,00	6,00	7,00	6,00	0,50	2,00	1,50	2,50	4,00	4,50	2,00	3,50	0,00
2006	4,50	7,50	7,00	5,90	1,90	3,20	0,50	3,50	3,50	2,00	4,80	0,00	0,00
2007	5,60	4,20	5,00	5,90	4,20	-0,40	2,70	3,00	4,50	3,50	5,00	3,50	-0,40
2008	6,00	6,80	5,40	6,00	4,00	1,40	1,60	1,00	2,00	5,50	5,80	4,00	1,00
2009	5,60	5,50	4,50	5,80	4,50	2,00	2,50	3,20	3,60	5,70	3,70	6,00	2,00
2010	6,20	6,00	7,50	5,50	2,00	2,60	1,80	1,50	3,80	0,50	4,00	5,20	0,50
2011	6,40	5,60	5,00	6,31	2,00	0,50	2,40	1,80	0,70	1,60	2,80	5,20	0,50
2012	7,60	4,20	6,00	6,60	3,60	3,40	2,00	0,80	4,40	5,80	3,92	3,80	0,80
2013	0,60	6,00	6,80	5,50	5,00	3,50	3,20	3,80	3,80	5,40	5,00	5,60	0,60
2014	6,40	6,80	7,00	6,60	5,40	4,40	2,56	3,40	4,60	3,80	3,60	6,20	2,56
2015	6,00	6,40	7,60	6,80	5,00	3,80	3,00	2,60	5,40	5,80	4,00	5,00	2,60
2016	6,40	6,40	7,80	5,00	2,20	1,80	2,40	3,60	4,00	5,00	2,40	6,00	1,80
2017	6,60	7,00	6,40	6,00	5,60	4,40	2,40	3,40	4,80	5,40	4,60	6,00	2,40

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 23

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huarmey – Ancash. 1997-2017

Estación: Huarmey

Latitud: -10.08

Longitud: -78.17

TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (°C)
1997	29,45	29,41	29,36	27,77	23,72	21,12	21,68	20,76	21,39	22,44	24,43	27,17	29,45
1998	29,48	29,50	29,41	27,81	23,91	21,37	21,80	20,88	21,46	22,51	24,47	27,19	29,50
1999	32,20	30,40	28,80	26,00	23,60	22,20	21,80	21,20	21,40	23,00	24,20	26,80	32,20
2000	29,80	29,20	29,40	28,20	23,80	24,20	21,80	20,80	21,40	22,80	24,20	27,20	29,80
2001	28,80	30,60	31,20	27,20	25,40	21,40	22,00	20,40	22,00	22,80	23,60	27,00	31,20
2002	28,00	29,40	29,80	29,00	27,80	23,40	24,60	22,20	22,00	24,00	24,80	26,80	29,80
2003	28,40	30,20	28,80	28,60	23,00	22,60	21,80	22,00	21,60	22,40	26,20	27,40	30,20
2004	29,60	30,40	30,40	28,80	26,80	22,40	23,20	22,60	22,40	23,60	25,40	27,29	30,40
2005	29,40	29,40	31,00	30,00	25,20	22,40	21,80	21,20	20,40	22,20	24,60	28,20	31,00
2006	30,20	30,60	31,60	28,40	26,00	22,40	23,00	22,40	23,20	24,60	25,80	28,20	31,60
2007	30,00	29,80	28,40	27,00	24,60	21,20	20,60	20,40	21,40	21,20	23,80	26,20	30,00
2008	30,00	29,60	28,60	27,80	23,80	23,00	23,40	24,40	22,60	22,80	25,20	26,40	30,00
2009	30,80	31,60	31,20	28,40	25,80	24,00	24,20	21,80	23,60	22,00	24,80	28,40	31,60
2010	29,40	30,00	29,00	30,00	25,40	23,20	21,20	20,40	20,80	21,60	24,20	26,80	30,00
2011	29,40	29,60	27,80	27,60	25,40	25,60	22,80	21,20	20,60	23,20	24,40	27,40	29,60
2012	29,00	29,80	29,40	30,60	26,20	26,40	24,80	22,80	23,20	23,40	25,20	26,40	30,60
2013	29,00	31,80	30,00	25,00	25,40	24,60	23,00	22,40	21,40	23,60	24,40	27,80	31,80
2014	30,40	28,40	28,00	27,00	26,00	25,80	23,60	22,80	22,20	23,80	25,40	26,60	30,40
2015	28,40	30,80	32,20	28,80	28,00	28,40	26,60	24,60	24,80	25,40	26,40	27,80	32,20
2016	30,80	34,00	32,00	29,20	27,80	25,80	24,00	22,80	22,80	25,60	25,20	28,20	34,00
2017	31,80	31,40	31,40	29,60	30,00	25,40	22,80	23,40	21,80	22,60	24,60	27,80	31,80
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Min (°C)
1997	15,98	16,61	16,17	14,00	10,56	11,06	10,57	10,98	11,34	12,57	11,85	11,97	10,56
1998	16,01	16,67	16,27	14,11	10,78	11,16	10,65	11,02	11,39	12,58	11,93	12,16	10,65
1999	16,03	19,00	17,00	15,20	12,40	11,70	10,50	9,70	12,00	13,50	12,50	13,50	9,70
2000	16,00	17,00	15,00	15,30	13,00	13,50	11,50	13,20	12,00	13,20	11,00	15,00	11,00
2001	17,00	18,00	16,50	16,00	12,50	13,00	14,50	14,60	11,00	13,00	12,00	14,00	11,00
2002	15,00	14,50	19,50	14,50	13,00	11,00	9,00	11,00	12,00	15,00	14,50	15,50	9,00
2003	19,00	17,50	18,00	14,00	11,50	11,50	9,50	9,50	11,00	12,00	11,00	16,00	9,50
2004	15,50	17,50	16,50	14,00	12,00	10,50	10,50	10,00	10,50	10,20	13,00	13,31	10,00
2005	14,50	16,50	16,70	15,50	10,50	10,00	10,50	8,50	12,50	12,00	11,00	12,50	8,50
2006	15,50	17,00	16,00	13,50	10,50	10,00	13,00	12,00	12,00	13,00	11,50	16,00	10,00
2007	18,00	16,50	17,00	15,00	11,50	10,50	10,50	11,00	12,00	11,00	12,50	12,50	10,50
2008	14,50	16,00	18,00	14,00	12,50	12,50	10,50	13,00	12,00	13,50	14,00	15,00	10,50
2009	16,50	17,00	17,00	15,00	14,00	13,20	14,50	13,00	14,00	13,00	14,40	15,00	13,00
2010	18,50	18,50	18,00	16,00	12,50	13,00	11,00	8,50	11,50	12,00	12,50	14,00	8,50
2011	15,00	16,00	14,50	14,50	14,00	13,00	8,50	12,00	11,50	10,70	12,50	14,50	8,50
2012	15,50	16,00	16,50	15,50	11,00	12,50	12,00	12,00	11,50	10,50	14,50	14,00	10,50
2013	16,50	16,00	15,50	14,00	11,50	10,50	10,00	10,00	10,50	12,00	12,50	14,50	10,00
2014	16,00	17,00	16,00	14,00	14,00	13,50	13,20	11,00	11,00	13,60	12,40	13,50	11,00
2015	15,50	17,40	17,50	16,50	16,60	15,00	14,00	12,60	12,50	15,00	15,40	16,00	12,50
2016	16,60	20,00	20,20	18,00	16,60	12,80	11,60	12,20	13,00	12,60	12,20	16,60	11,60
2017	18,60	20,00	21,60	19,00	18,20	13,00	12,80	12,80	14,00	14,00	13,00	16,40	12,80

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 24

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Recuay – Ancash. 1997-2017

Estación: Recuay

Latitud:-9.72

Longitud:-77.45

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	23,00	24,00	20,40	23,40	23,50	22,50	24,20	24,50	24,60	23,90	22,60	25,50	25,50
1998	24,10	22,10	22,10	23,20	22,70	23,00	24,40	25,40	25,30	24,90	23,50	25,60	25,60
1999	23,40	25,40	23,00	24,00	24,30	24,20	25,40	26,20	25,40	25,80	24,20	24,90	26,20
2000	21,40	21,40	21,50	23,50	22,70	23,40	24,90	25,00	24,90	24,80	23,80	24,80	25,00
2001	22,10	21,60	22,80	23,80	24,00	22,80	23,60	23,60	23,80	24,80	22,40	24,00	24,80
2002	23,20	22,90	22,20	23,10	25,00	23,60	24,00	24,00	24,10	23,90	22,40	23,40	25,00
2003	22,00	21,80	21,00	20,80	21,40	22,30	23,10	24,60	23,30	21,20	24,20	24,00	24,60
2004	22,60	21,00	21,00	21,60	22,50	22,50	22,50	24,50	24,80	23,20	22,50	22,60	24,80
2005	23,00	21,50	21,50	23,50	22,50	23,00	23,50	24,50	24,50	24,50	24,50	23,00	24,50
2006	23,00	21,60	23,00	22,50	23,50	22,50	22,50	23,50	25,50	23,50	22,00	21,50	25,50
2007	22,50	24,00	21,00	22,50	22,50	23,50	24,00	24,00	24,50	23,20	22,40	21,50	24,50
2008	22,60	23,20	23,00	21,80	22,80	24,00	22,40	23,40	24,60	24,60	22,40	24,40	24,60
2009	21,40	22,40	22,40	22,60	22,60	22,80	23,20	24,00	24,20	24,00	23,20	24,00	24,20
2010	21,80	20,00	20,40	22,20	22,00	23,40	23,60	25,20	25,00	24,40	22,60	22,40	25,20
2011	23,00	23,40	22,80	24,20	23,80	23,60	24,20	24,20	23,80	24,60	24,60	21,80	24,60
2012	21,60	21,40	21,80	21,00	22,60	23,80	24,00	23,00	22,60	23,80	24,80	22,60	24,80
2013	23,80	23,50	23,00	24,00	22,50	22,50	22,00	24,60	24,40	23,50	21,60	25,50	25,50
2014	25,20	22,20	21,00	22,60	22,80	23,80	23,40	24,60	23,80	23,20	24,60	25,20	25,20
2015	23,40	22,50	23,60	23,40	23,40	24,60	24,20	24,60	24,80	24,40	23,00	23,80	24,80
2016	25,20	23,60	24,80	23,00	23,20	22,80	24,60	23,80	25,00	23,80	24,80	23,20	25,20
2017	22,80	22,20	21,00	22,40	22,60	23,40	23,60	24,40	24,80	24,00	23,80	22,80	24,80
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	2,00	2,00	0,60	1,60	1,60	-2,70	-2,20	-0,30	-0,30	1,20	3,00	5,00	-2,70
1998	5,00	5,00	6,40	3,30	1,00	0,00	-0,80	-1,80	-0,80	1,20	0,60	0,60	-1,80
1999	3,10	1,00	4,50	2,00	1,60	-1,80	-3,20	-2,00	1,00	0,10	-1,20	0,10	-3,20
2000	2,80	3,00	4,80	3,80	1,40	-1,40	-1,00	-0,10	-1,00	1,00	-2,60	1,00	-2,60
2001	1,00	2,00	1,50	0,40	-0,40	-0,50	-0,60	-2,00	0,10	3,80	1,20	3,00	-2,00
2002	2,20	4,40	4,80	2,60	2,00	-0,20	-1,50	-2,00	0,20	1,20	4,20	3,40	-2,00
2003	4,80	0,40	0,40	3,60	2,80	-0,80	-0,40	-0,80	-0,40	1,00	0,40	4,00	-0,80
2004	-1,80	4,20	3,40	0,20	1,20	-1,40	-0,80	-1,80	2,20	2,80	1,80	3,60	-1,80
2005	-0,40	3,40	5,60	4,20	-0,80	-2,20	-2,40	-2,80	0,00	0,00	1,40	3,40	-2,80
2006	1,80	3,00	5,00	3,40	-1,40	-0,80	-1,60	0,40	0,40	-1,00	1,40	4,40	-1,60
2007	5,00	4,20	4,60	2,80	0,00	-1,20	-1,80	0,00	-0,20	0,00	2,20	0,20	-1,80
2008	0,20	4,00	0,00	2,60	0,20	-0,20	-1,20	-0,80	0,20	0,20	3,40	0,40	-1,20
2009	4,40	3,80	3,40	2,80	2,20	0,40	-0,60	-0,80	0,80	2,20	0,20	5,80	-0,80
2010	4,20	4,00	4,60	4,00	0,80	-0,30	-1,60	-1,00	0,40	-0,80	1,40	2,60	-1,60
2011	3,60	3,00	1,80	3,20	-1,20	-1,20	-3,00	-2,00	0,60	-1,40	2,40	2,40	-3,00
2012	5,00	2,80	4,80	2,40	1,00	-1,80	-0,60	-0,80	-0,40	2,80	0,20	2,80	-1,80
2013	4,60	4,20	2,40	1,80	1,20	-1,00	-1,40	-0,60	-0,80	3,20	2,00	4,00	-1,40
2014	2,60	2,40	-0,20	1,00	1,00	-2,80	-1,40	-3,00	-1,60	-0,80	0,60	1,00	-3,00
2015	0,80	3,50	3,20	2,20	1,00	0,20	-3,90	-3,40	1,20	1,80	1,00	3,80	-3,90
2016	1,80	6,00	4,60	1,80	0,80	-1,20	-1,60	0,60	-0,20	1,60	-2,20	3,40	-2,20
2017	5,20	4,00	1,40	1,00	1,20	-1,20	-3,40	-1,80	1,00	1,20	2,40	3,80	-3,40

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 25

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Yungay – Ancash. 1997-2017

Estación: Yungay

Latitud:-9.14

Longitud:-77.75

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	27,60	28,80	27,00	27,20	27,20	27,20	27,60	27,80	27,60	29,00	27,60	27,80	29,00
1998	27,60	27,60	27,80	27,40	27,40	26,80	27,00	27,40	27,60	26,80	26,60	26,60	27,80
1999	26,80	26,00	26,20	26,00	26,40	26,60	26,60	26,20	26,20	26,60	26,00	26,00	26,80
2000	26,40	26,20	26,20	26,60	26,20	26,40	26,20	26,20	25,80	27,20	26,20	26,20	27,20
2001	25,80	25,00	25,40	26,20	24,80	26,00	25,60	26,40	26,40	26,60	25,80	25,20	26,60
2002	25,40	25,60	24,80	24,40	25,40	24,80	25,40	25,60	25,80	24,40	22,80	26,60	26,60
2003	25,60	24,60	23,60	21,80	21,80	25,80	25,40	27,20	27,20	26,40	25,60	26,60	27,20
2004	24,40	22,80	25,40	25,20	24,40	25,00	26,00	25,40	25,60	23,60	24,60	25,40	26,00
2005	24,80	26,40	24,80	23,60	25,20	26,20	26,80	26,40	27,00	28,00	26,80	25,20	28,00
2006	24,40	25,80	23,80	22,40	26,00	25,60	27,80	26,60	29,00	28,80	26,60	25,40	29,00
2007	27,20	27,40	25,60	24,80	27,00	25,60	27,20	28,00	27,80	25,00	26,40	25,80	28,00
2008	24,80	25,40	24,60	25,40	26,60	25,40	25,60	25,40	28,80	26,20	25,80	25,60	28,80
2009	25,40	25,40	24,20	26,40	26,00	26,80	25,80	26,40	27,00	28,40	26,20	24,80	28,40
2010	25,20	30,60	26,40	25,80	25,20	26,80	25,40	25,80	26,40	31,60	25,00	23,80	31,60
2011	24,80	24,20	23,60	23,20	26,60	26,20	26,60	27,60	27,80	25,20	25,60	25,20	27,80
2012	26,20	24,00	26,20	21,60	26,80	26,60	26,40	26,40	26,60	26,80	26,80	25,00	26,80
2013	27,40	25,00	25,00	28,40	26,40	26,00	28,80	26,80	29,80	29,00	26,60	27,80	29,80
2014	25,60	25,20	23,40	27,00	27,60	28,20	28,00	27,60	27,20	28,60	26,60	25,60	28,60
2015	28,20	25,80	27,00	26,20	27,80	26,00	24,80	24,80	25,80	25,60	25,80	26,40	28,20
2016	27,60	26,40	27,40	25,40	25,80	25,20	25,60	26,40	27,20	26,40	27,40	26,40	27,60
2017	26,60	25,80	23,60	24,00	24,80	25,20	25,00	24,40	25,80	25,80	25,60	25,80	26,60
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	5,20	7,00	8,00	8,00	7,00	4,20	7,60	6,00	6,80	7,00	7,20	7,60	4,20
1998	9,00	9,60	9,80	10,00	9,00	9,40	7,80	7,80	8,80	10,20	9,20	9,20	7,80
1999	9,20	8,60	8,60	8,80	9,00	7,20	6,80	7,40	8,60	9,40	10,20	9,40	6,80
2000	9,40	9,00	9,00	9,00	7,20	6,40	7,00	7,00	8,60	8,00	6,00	6,00	6,00
2001	6,60	6,00	6,60	6,80	6,00	6,00	6,00	6,80	7,60	9,60	9,80	9,80	6,00
2002	9,80	9,80	9,80	9,40	10,00	7,40	6,80	6,60	7,60	7,60	7,40	8,00	6,60
2003	9,20	9,00	8,40	9,40	8,80	3,00	2,80	3,60	4,40	6,00	5,00	5,00	2,80
2004	4,80	4,80	6,60	4,40	5,40	3,60	5,00	3,40	5,00	5,80	4,60	5,20	3,40
2005	4,00	6,40	5,20	5,00	3,40	3,60	3,80	4,00	5,00	5,20	4,20	4,20	3,40
2006	5,00	5,20	6,80	5,00	3,20	3,40	1,20	4,60	4,60	2,00	5,20	6,00	1,20
2007	6,60	6,60	3,60	3,60	4,60	3,20	3,60	3,80	4,40	7,60	8,60	7,40	3,20
2008	9,00	9,60	8,00	9,40	7,40	7,00	6,40	6,20	8,00	8,80	9,00	7,80	6,20
2009	8,60	9,80	9,40	9,00	9,00	7,20	7,20	7,00	7,00	9,40	9,00	11,40	7,00
2010	10,20	10,00	11,60	9,60	8,00	6,80	7,80	5,80	8,00	7,40	7,20	7,60	5,80
2011	8,20	8,20	5,60	4,80	6,60	4,80	5,40	4,80	6,60	5,00	6,20	6,80	4,80
2012	8,00	7,80	7,20	7,00	5,00	2,60	1,40	1,20	1,80	4,60	5,60	5,00	1,20
2013	7,80	6,80	6,20	4,80	4,60	2,60	0,20	0,40	2,00	4,40	5,20	5,20	0,20
2014	6,40	5,00	4,00	4,20	2,40	1,80	2,20	1,60	3,60	4,00	2,40	4,20	1,60
2015	4,00	4,40	3,60	4,00	2,60	1,60	1,20	2,00	3,00	3,00	4,60	3,60	1,20
2016	4,00	2,40	2,40	2,20	2,40	1,20	1,00	1,80	4,00	4,80	2,40	4,60	1,00
2017	8,00	9,40	8,00	7,20	7,00	4,00	2,80	3,00	5,60	6,80	3,20	3,00	2,80

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 26

Temperat. máx. y mín. mens., EC de Huacatambo – Ancash. 1997-2017

Estación: Huacatambo

Latitud:-9.23

Longitud:-78.42

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (°C)
1997	30,80	30,00	30,30	29,40	27,80	25,20	23,50	22,80	22,70	23,50	25,20	29,00	30,80
1998	32,70	32,10	33,00	29,20	26,70	24,50	22,50	23,40	22,70	23,40	25,00	29,10	33,00
1999	28,00	30,00	29,80	27,60	25,00	23,60	23,60	23,20	25,00	23,00	24,80	26,60	30,00
2000	31,20	30,40	31,20	29,80	26,00	26,00	23,00	23,37	23,78	25,67	25,97	28,32	31,20
2001	27,35	31,13	31,12	30,21	27,97	24,09	22,76	23,13	23,61	25,27	25,77	28,21	31,13
2002	27,50	31,00	30,50	29,80	29,00	24,20	22,50	23,00	22,00	25,50	25,50	27,00	31,00
2003	29,00	30,50	30,50	29,50	25,60	23,50	23,00	22,60	23,60	23,20	25,00	27,50	30,50
2004	29,20	31,50	30,80	28,50	25,60	22,00	22,60	21,50	26,00	24,07	25,60	30,20	31,50
2005	28,00	30,00	30,00	30,20	26,00	23,60	23,00	22,40	21,00	23,00	24,50	28,00	30,20
2006	30,80	30,80	31,20	29,00	26,00	23,40	25,00	23,60	24,00	24,60	26,20	27,60	31,20
2007	30,20	30,20	28,50	27,50	25,20	22,00	21,60	20,50	21,60	22,20	23,60	26,60	30,20
2008	30,89	30,21	29,38	27,95	24,49	22,15	23,14	21,41	22,45	22,47	24,37	27,43	30,89
2009	31,39	30,08	29,13	27,63	24,00	21,87	23,19	21,16	22,29	22,07	24,17	27,32	31,39
2010	31,90	29,94	28,88	27,31	23,50	21,59	23,25	20,92	22,12	21,67	23,97	27,20	31,90
2011	32,40	29,81	28,63	26,98	23,00	21,32	23,30	20,67	21,96	21,27	23,77	27,09	32,40
2012	32,91	29,68	28,39	26,66	22,51	21,04	23,36	20,42	21,79	20,87	23,57	26,98	32,91
2013	33,41	29,55	28,14	26,34	22,01	20,76	23,41	20,18	21,63	20,47	23,37	26,87	33,41
2014	33,92	29,42	27,89	26,02	21,51	20,48	23,47	19,93	21,46	20,07	23,17	26,76	33,92
2015	34,43	29,29	27,64	25,69	21,01	20,21	23,52	19,69	21,29	19,67	22,97	26,65	34,43
2016	34,93	29,16	27,39	25,37	20,52	19,93	23,58	19,44	21,13	19,27	22,77	26,54	34,93
2017	35,44	29,02	27,14	25,05	20,02	19,65	23,63	19,20	20,96	18,87	22,57	26,42	35,44
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (°C)
1997	14,50	16,40	15,50	14,00	12,00	9,50	9,00	10,40	10,10	10,60	12,20	13,00	9,00
1998	17,50	16,20	17,50	14,70	14,00	11,50	10,00	10,50	12,50	12,60	13,00	14,50	10,00
1999	15,00	18,60	17,00	14,80	12,00	11,60	10,00	10,20	11,40	12,00	12,00	14,40	10,00
2000	15,00	17,00	15,60	15,60	12,00	13,40	11,40	11,80	10,40	12,00	9,80	12,40	9,80
2001	15,00	17,00	16,00	15,20	11,00	12,20	12,00	11,40	10,20	11,60	10,40	14,00	10,20
2002	14,60	17,00	16,80	15,20	13,20	10,00	9,20	10,20	10,80	13,60	14,00	14,20	9,20
2003	16,80	17,00	16,20	14,00	12,00	11,00	9,60	9,60	10,00	9,20	9,40	14,80	9,20
2004	13,20	16,00	15,20	13,00	10,00	8,60	10,00	8,20	9,20	11,29	11,00	13,40	8,20
2005	15,20	15,00	15,20	14,00	9,40	8,00	8,00	7,80	9,60	10,00	9,00	14,12	7,80
2006	13,80	15,80	14,40	11,80	9,00	10,20	12,00	9,00	9,20	10,20	9,40	13,20	9,00
2007	14,00	13,60	14,80	13,00	8,80	7,60	6,80	8,00	8,20	8,20	9,00	9,40	6,80
2008	13,95	14,78	14,64	12,73	8,67	8,35	9,04	7,87	8,47	10,91	8,76	14,31	7,87
2009	13,79	14,52	14,44	12,50	8,24	8,02	8,91	7,56	8,19	10,82	8,42	14,37	7,56
2010	13,62	14,26	14,24	12,27	7,81	7,69	8,79	7,25	7,91	10,73	8,07	14,44	7,25
2011	13,45	14,00	14,04	12,04	7,39	7,36	8,66	6,94	7,63	10,64	7,73	14,50	6,94
2012	13,28	13,74	13,85	11,81	6,96	7,03	8,53	6,63	7,35	10,54	7,38	14,56	6,63
2013	13,11	13,49	13,65	11,58	6,54	6,70	8,40	6,32	7,08	10,45	7,04	14,63	6,32
2014	12,95	13,23	13,45	11,35	6,11	6,37	8,27	6,01	6,80	10,36	6,69	14,69	6,01
2015	12,78	12,97	13,25	11,12	5,69	6,04	8,14	5,69	6,52	10,26	6,34	14,75	5,69
2016	12,61	12,71	13,05	10,89	5,26	5,71	8,01	5,38	6,24	10,17	6,00	14,82	5,26
2017	12,44	12,45	12,85	10,66	4,84	5,38	7,88	5,07	5,96	10,08	5,65	14,88	4,84

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 27

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Malvas – Ancash. 1997-2017

Estación: Malvas

Latitud:-9.93

Longitud:-77.65

TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (°C)
1997	14,69	15,94	16,06	18,71	17,95	19,75	20,02	19,66	19,03	18,80	18,05	16,81	20,02
1998	14,89	16,02	16,15	18,73	18,08	19,78	20,06	19,71	19,10	18,84	18,14	16,94	20,06
1999	15,08	16,09	16,24	18,76	18,22	19,80	20,10	19,76	19,18	18,89	18,22	17,06	20,10
2000	15,27	16,16	16,33	18,78	18,35	19,83	20,14	19,81	19,26	18,93	18,30	17,19	20,14
2001	15,47	16,24	16,42	18,81	18,49	19,86	20,18	19,85	19,34	18,98	18,38	17,31	20,18
2002	15,66	16,31	16,51	18,83	18,62	19,89	20,22	19,90	19,42	19,02	18,46	17,44	20,22
2003	15,86	16,38	16,60	18,86	18,76	19,92	20,26	19,95	19,49	19,07	18,54	17,56	20,26
2004	16,00	15,50	17,50	20,50	20,80	20,20	20,00	20,00	20,00	19,40	19,40	18,50	20,80
2005	17,00	18,20	16,80	19,30	19,03	20,00	20,20	20,00	19,00	19,00	19,00	18,40	20,20
2006	16,50	15,80	16,50	19,00	19,50	21,00	22,00	20,50	19,70	20,00	18,00	18,00	22,00
2007	17,40	17,50	16,50	17,40	19,30	19,50	20,10	20,00	19,90	19,40	19,00	18,00	20,10
2008	16,60	15,00	15,50	17,60	18,90	19,90	20,00	20,00	19,90	18,80	18,40	18,00	20,00
2009	17,00	16,00	18,00	19,00	19,50	19,80	20,20	20,00	19,60	19,70	19,60	18,50	20,20
2010	17,80	21,00	17,70	19,50	18,80	18,80	19,40	20,00	19,50	19,00	18,10	16,00	21,00
2011	15,50	16,80	16,40	18,80	20,90	20,10	20,50	20,00	20,00	18,20	19,30	17,50	20,90
2012	14,80	15,60	18,50	19,20	21,00	20,80	21,60	21,00	21,50	19,50	19,00	19,00	21,60
2013	18,80	16,00	18,00	18,50	19,40	20,20	20,40	20,60	20,60	19,00	19,00	18,40	20,60
2014	17,40	16,20	17,50	19,00	19,60	20,40	21,60	19,80	20,40	19,20	20,00	20,00	21,60
2015	19,50	17,40	17,00	19,60	20,60	20,50	20,50	22,00	20,60	20,40	20,20	20,50	22,00
2016	20,00	19,50	19,40	20,20	21,40	20,50	21,00	20,80	21,00	20,20	20,20	19,20	21,40
2017	18,00	16,60	16,60	19,00	20,00	20,20	20,40	19,60	19,40	19,80	19,00	19,00	20,40
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (°C)
1997	5,66	5,55	8,69	5,69	6,35	5,77	5,48	7,07	7,34	5,69	6,94	5,85	5,48
1998	5,66	5,56	8,54	5,69	6,27	5,75	5,46	6,95	7,21	5,67	6,81	5,80	5,46
1999	5,65	5,57	8,39	5,70	6,18	5,73	5,45	6,83	7,08	5,64	6,67	5,76	5,45
2000	5,65	5,58	8,24	5,70	6,10	5,71	5,43	6,71	6,95	5,62	6,53	5,71	5,43
2001	5,64	5,59	8,09	5,71	6,01	5,69	5,42	6,59	6,82	5,60	6,39	5,66	5,42
2002	5,64	5,60	7,94	5,71	5,93	5,67	5,40	6,48	6,69	5,57	6,26	5,61	5,40
2003	5,64	5,61	7,79	5,72	5,85	5,65	5,39	6,36	6,57	5,55	6,12	5,57	5,39
2004	5,63	5,62	5,30	5,00	5,50	5,00	5,00	6,50	6,50	6,20	6,50	6,40	5,00
2005	4,50	6,40	6,00	5,40	5,68	5,50	4,00	4,80	6,00	5,40	4,80	5,40	4,00
2006	4,50	5,00	5,00	3,90	4,50	5,30	4,40	4,00	4,30	4,00	4,50	4,00	3,90
2007	6,00	2,80	7,19	7,00	5,60	6,00	5,60	7,00	6,50	5,60	6,00	3,00	2,80
2008	6,00	6,30	6,00	6,00	4,90	4,50	6,40	6,60	6,50	6,00	6,50	6,10	4,50
2009	6,00	6,50	7,00	7,40	6,80	6,50	6,20	6,50	6,50	5,60	5,00	7,00	5,00
2010	7,00	7,90	8,60	6,90	6,00	6,50	5,80	6,20	6,00	6,00	4,40	5,10	4,40
2011	5,30	5,60	4,40	5,40	3,40	5,40	5,50	5,40	5,50	3,40	6,00	6,00	3,40
2012	5,50	4,90	7,40	5,50	6,40	5,40	6,40	5,50	7,00	6,40	6,80	5,00	4,90
2013	7,00	6,40	7,40	5,00	6,00	6,50	5,00	6,00	5,00	6,00	4,50	5,00	4,50
2014	5,60	6,00	5,80	6,60	5,20	5,80	6,00	5,00	4,40	5,00	5,20	6,00	4,40
2015	6,00	4,60	6,00	6,40	4,00	5,50	5,50	5,00	6,20	6,00	3,60	7,00	3,60
2016	7,00	7,40	6,00	5,50	4,80	4,40	4,00	4,50	4,00	4,60	2,40	3,60	2,40
2017	2,40	4,20	5,00	4,50	4,00	4,80	4,00	3,50	4,00	5,00	5,00	3,40	2,40

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 28

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Chiquian–Ancash. 1997-2017

Estación: Chiquian

Latitud:-10.15

Longitud:-77.15

TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (°C)
1997	23,00	24,00	22,40	25,00	25,00	25,00	25,00	27,00	25,50	25,00	25,00	27,00	27,00
1998	21,00	23,00	21,40	24,00	25,00	25,00	25,20	24,50	25,00	25,00	24,20	24,00	25,20
1999	21,50	22,00	23,50	24,00	24,50	24,00	24,60	25,00	25,20	25,50	24,20	23,40	25,50
2000	23,00	23,20	22,20	24,00	24,20	23,50	24,50	24,60	24,30	24,00	24,00	22,50	24,60
2001	21,60	20,50	20,20	21,50	22,50	21,50	23,00	23,50	23,50	22,50	23,00	21,20	23,50
2002	24,50	22,50	22,50	23,20	24,00	23,50	24,00	24,00	24,50	22,40	24,00	22,50	24,50
2003	22,50	23,50	22,00	23,50	23,50	24,00	24,50	25,00	25,50	25,50	25,50	24,50	25,50
2004	24,50	23,40	23,50	23,50	24,50	24,50	22,50	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
2005	24,00	24,50	23,40	24,00	25,00	24,50	25,00	25,00	25,50	25,00	24,50	23,50	25,50
2006	24,50	23,50	22,50	22,50	23,00	23,50	25,00	25,00	25,00	24,50	23,00	23,00	25,00
2007	23,50	24,50	23,50	24,00	23,50	24,00	23,00	24,00	25,00	24,50	25,00	24,00	25,00
2008	24,00	23,00	22,50	22,50	22,50	23,00	23,50	25,00	25,00	23,50	25,00	25,00	25,00
2009	24,00	22,50	23,50	23,50	23,50	23,60	24,50	24,50	24,50	23,70	23,50	24,50	24,50
2010	24,80	23,50	23,50	24,50	24,40	23,50	23,00	23,50	24,00	23,00	23,00	22,50	24,80
2011	22,50	22,50	22,50	23,00	23,00	22,50	23,00	23,50	24,00	23,50	23,50	23,00	24,00
2012	23,50	23,50	23,50	23,30	23,50	23,00	23,50	23,50	24,50	24,00	23,00	22,50	24,50
2013	23,00	22,50	23,00	23,50	22,50	23,00	23,00	27,00	24,00	24,00	24,00	24,00	27,00
2014	23,00	22,50	23,50	24,00	24,00	25,20	25,10	25,50	25,50	25,50	25,40	25,50	25,50
2015	26,50	26,20	25,50	26,40	26,40	26,00	26,10	26,50	26,30	26,50	26,50	28,00	28,00
2016	28,00	28,50	28,50	28,00	28,50	27,50	28,50	26,50	26,30	27,00	27,50	27,00	28,50
2017	26,00	26,10	24,20	25,00	25,20	27,00	29,00	26,70	28,30	27,80	28,40	26,40	29,00

TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (°C)
1997	3,50	3,50	3,00	2,50	3,00	4,50	4,00	4,00	4,00	4,50	5,00	3,00	2,50
1998	4,50	4,80	5,50	5,00	2,50	3,00	2,30	4,00	4,00	4,50	3,50	3,50	2,30
1999	5,00	3,50	4,00	4,50	5,30	3,00	3,00	3,50	4,00	6,00	5,00	6,50	3,00
2000	6,10	6,40	6,00	6,00	4,00	3,00	3,00	2,00	2,50	4,00	1,50	3,00	1,50
2001	3,00	3,00	3,00	3,00	2,50	1,00	1,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,00	1,00
2002	2,50	2,50	3,50	3,00	2,00	1,00	-1,00	1,00	1,20	2,50	3,00	3,00	-1,00
2003	2,50	2,00	2,00	2,50	2,00	-1,00	-1,50	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	-1,50
2004	-1,00	3,30	3,40	2,00	1,00	-2,50	0,00	-2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	-2,50
2005	1,50	3,00	3,00	3,00	2,00	-2,00	-3,00	1,50	1,40	2,00	1,00	2,40	-3,00
2006	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	2,00	2,50	3,40	1,00
2007	3,00	1,00	3,00	2,50	0,00	-1,00	-2,00	1,50	3,00	3,00	2,50	2,50	-2,00
2008	3,00	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00
2009	2,50	3,50	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	1,00	3,00	2,20	2,50	2,00	1,00
2010	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00	0,00	-1,00	0,00	2,00	2,00	2,40	2,50	-1,00
2011	3,00	2,50	3,00	3,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,00	-1,00
2012	2,50	2,00	2,00	2,30	2,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	2,00	2,00	1,00
2013	0,00	1,50	2,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,50	3,00	3,30	0,00
2014	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,20	2,20	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00
2015	1,50	2,00	1,10	2,10	2,20	2,20	2,00	2,00	2,20	2,00	2,00	2,50	1,10
2016	3,30	3,20	2,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,50	2,00	2,00	2,30	2,00	1,00
2017	2,00	2,00	2,40	2,40	2,00	3,50	1,50	1,50	1,40	2,00	2,00	1,50	1,40

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 29

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huamaní – Ica. 1997-2017

Estación: Huamani

Latitud:-13.83

Longitud:-75.58

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	30,30	31,40	32,40	31,10	29,20	28,30	26,40	30,20	30,10	31,10	30,20	30,40	32,40
1998	32,40	36,10	34,10	33,40	31,20	29,40	27,30	29,70	29,80	28,60	29,40	30,20	36,10
1999	32,80	31,40	32,80	31,20	28,60	26,20	25,80	26,20	28,20	29,00	29,40	29,80	32,80
2000	30,80	32,00	32,20	30,80	29,20	28,60	26,80	26,40	28,40	30,20	29,80	30,80	32,20
2001	31,20	32,20	32,20	32,20	29,80	25,60	25,40	26,60	28,80	29,80	30,40	31,80	32,20
2002	31,00	31,80	32,20	30,80	29,60	26,20	25,40	27,40	27,80	31,20	31,20	31,20	32,20
2003	30,40	32,40	32,20	30,80	29,20	27,60	26,20	28,40	28,40	29,80	29,20	29,20	32,40
2004	32,60	32,60	32,00	31,20	28,80	26,40	26,80	27,60	28,40	29,00	30,40	30,20	32,60
2005	31,40	30,80	32,00	31,20	29,00	28,60	27,20	26,80	27,80	28,60	30,20	29,80	32,00
2006	30,20	31,80	32,40	30,40	29,60	26,60	25,20	27,60	29,60	29,40	30,20	30,20	32,40
2007	30,80	32,80	31,80	30,80	32,00	25,80	27,40	28,40	27,80	28,40	29,40	30,40	32,80
2008	30,80	31,40	31,60	30,80	29,80	26,00	26,40	26,20	27,60	29,40	30,70	31,20	31,60
2009	31,20	31,60	31,80	31,80	29,60	26,80	25,60	26,80	28,20	29,80	31,80	30,60	31,80
2010	31,40	31,40	31,80	31,60	30,60	26,40	25,80	26,40	29,20	29,00	29,80	29,60	31,80
2011	30,80	31,80	31,40	30,80	28,80	27,80	27,20	27,00	29,20	29,80	29,80	30,20	31,80
2012	31,40	30,20	31,80	30,40	30,00	26,80	24,80	26,80	28,50	31,00	30,60	30,80	31,80
2013	31,40	31,80	33,40	31,00	29,00	26,40	21,90	28,50	15,80	29,30	30,40	31,40	33,40
2014	31,50	31,20	31,00	31,40	27,60	25,20	26,60	29,80	30,80	29,80	32,00	30,20	32,00
2015	31,20	31,40	31,00	31,00	29,00	27,60	25,60	28,80	30,00	30,80	31,40	31,60	31,60
2016	31,40	32,00	33,20	31,40	30,80	29,00	26,80	27,00	29,00	29,60	31,60	31,40	33,20
2017	30,00	30,80	31,60	31,80	29,40	27,60	26,60	25,80	28,60	31,00	30,40	31,00	31,80
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	14,30	15,40	15,10	14,40	11,40	10,10	10,10	9,10	10,40	11,20	12,20	14,40	9,10
1998	17,10	18,20	18,10	14,40	10,40	11,10	10,10	8,40	8,80	9,80	10,80	12,80	8,40
1999	15,20	16,40	15,40	15,20	11,20	8,80	6,20	7,00	7,80	10,40	10,40	12,60	6,20
2000	15,00	15,40	15,20	16,00	10,40	6,20	5,00	7,40	7,00	9,20	9,00	12,60	5,00
2001	14,40	15,60	15,50	13,20	9,20	5,50	5,50	4,50	8,50	10,40	11,60	12,60	4,50
2002	11,20	16,40	16,40	14,20	13,60	9,00	7,40	7,40	6,60	10,00	11,20	13,20	6,60
2003	15,20	16,60	16,80	13,60	12,00	7,40	4,60	5,20	7,20	8,60	9,20	10,60	4,60
2004	14,20	14,20	14,40	9,80	8,40	5,40	3,20	5,20	7,60	8,40	10,40	11,20	3,20
2005	12,60	13,80	13,60	13,00	10,00	8,40	7,20	7,60	9,20	9,40	11,40	13,20	7,20
2006	14,60	17,20	17,00	15,20	12,20	8,00	7,00	8,60	8,60	10,00	9,80	14,00	7,00
2007	16,20	17,00	16,20	14,20	10,20	8,40	6,40	6,20	7,40	9,00	11,00	11,80	6,20
2008	14,60	17,00	17,40	15,00	10,40	7,40	5,60	7,20	8,20	9,80	12,20	12,80	5,60
2009	14,80	16,60	16,20	15,00	12,40	7,20	8,60	7,20	8,60	9,60	11,40	13,40	7,20
2010	15,00	16,60	16,00	14,60	10,80	8,20	6,80	6,60	7,20	10,20	9,00	13,40	6,60
2011	15,80	17,20	16,00	16,40	10,40	8,80	8,20	7,60	7,40	9,20	12,20	14,40	7,40
2012	16,40	17,20	17,20	14,80	10,80	10,20	7,80	7,60	8,20	10,10	11,60	13,60	7,60
2013	15,00	15,40	15,00	13,60	11,40	7,00	7,50	6,60	23,40	8,80	1,80	13,10	1,80
2014	15,80	17,20	16,00	13,40	8,60	8,80	7,60	7,80	6,80	10,40	10,60	12,40	6,80
2015	13,20	16,40	15,20	14,60	10,00	9,00	6,40	1,60	8,40	10,00	10,20	11,80	1,60
2016	13,20	16,00	15,80	13,40	9,60	8,60	9,00	8,40	7,20	9,40	8,60	12,40	7,20
2017	16,60	18,00	17,60	14,40	13,00	9,60	8,80	7,60	8,00	9,80	10,60	14,20	7,60

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 30

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Hacienda Bernales–Ica.1997-2017

Estación: Hacienda Bernales

Latitud:-13.75

Longitud:-75.95

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	30,00	31,50	32,50	32,00	29,80	30,50	29,00	29,40	29,00	29,00	29,50	30,20	32,50
1998	32,00	35,00	33,50	32,00	31,40	28,50	26,50	27,00	26,60	27,50	27,20	29,50	35,00
1999	29,80	31,00	31,80	30,20	28,00	25,40	25,20	25,00	26,80	30,00	28,60	29,40	31,80
2000	31,40	31,00	32,80	30,00	29,50	29,20	26,00	25,00	27,40	27,40	29,00	28,60	32,80
2001	29,60	30,60	32,00	32,00	31,00	27,40	24,40	24,20	28,00	27,20	27,80	29,40	32,00
2002	30,20	32,20	32,00	31,60	31,40	27,00	26,40	24,00	26,80	28,00	28,00	30,00	32,20
2003	30,00	31,60	31,60	31,80	30,20	27,60	25,40	24,60	26,80	28,60	27,80	29,40	31,80
2004	32,60	31,80	31,60	32,20	29,80	25,80	26,00	25,40	27,60	28,60	28,80	29,60	32,60
2005	31,20	31,20	31,50	31,00	29,00	26,00	25,00	26,80	27,00	26,40	27,60	28,80	31,50
2006	31,80	31,60	31,60	31,20	29,50	26,90	25,40	26,20	25,20	27,20	28,80	30,40	31,80
2007	32,00	31,40	30,60	30,00	28,60	25,40	25,30	25,30	24,90	28,00	28,50	29,80	32,00
2008	30,60	31,20	31,40	31,80	29,30	25,00	25,60	26,00	26,20	26,20	28,20	30,40	31,80
2009	32,00	33,60	32,20	31,80	29,60	26,20	25,60	27,00	27,00	27,80	29,20	29,20	33,60
2010	31,20	32,70	32,00	32,00	30,00	26,00	25,20	25,60	26,80	26,20	28,60	29,00	32,70
2011	31,40	31,40	30,40	30,60	29,40	27,20	27,20	25,40	27,00	26,80	28,60	31,80	31,80
2012	31,40	32,00	33,20	31,80	29,00	28,60	27,00	25,20	26,80	28,20	27,80	30,40	33,20
2013	31,00	32,40	32,60	31,40	29,80	27,80	24,30	27,60	27,40	27,60	29,40	29,80	32,60
2014	33,00	30,60	31,80	32,40	29,20	27,00	24,40	24,80	27,60	26,60	29,00	29,80	33,00
2015	30,60	35,00	32,20	30,60	30,60	29,40	26,00	25,60	26,80	28,40	29,60	31,00	35,00
2016	31,60	33,20	33,40	31,60	29,60	26,00	25,60	25,60	26,20	27,80	30,00	31,20	33,40
2017	33,60	33,60	33,00	30,60	30,20	28,00	25,60	24,80	26,80	28,00	27,40	30,60	33,60
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	17,40	16,40	15,60	14,00	13,20	13,20	13,00	13,20	13,60	13,40	15,00	17,80	13,00
1998	20,20	20,20	20,00	15,80	10,60	11,80	10,00	10,20	10,00	11,00	12,60	12,60	10,00
1999	15,60	17,40	17,20	15,20	11,20	9,40	8,60	8,40	8,00	12,60	11,80	14,80	8,00
2000	17,20	17,20	15,00	15,00	10,20	9,00	9,20	9,80	10,00	11,80	11,00	15,20	9,00
2001	16,80	18,20	17,00	14,40	10,00	9,00	9,40	9,00	10,40	11,00	12,20	14,00	9,00
2002	16,00	18,00	17,80	14,80	13,20	9,40	8,80	10,20	10,20	12,00	13,20	15,00	8,80
2003	17,00	18,40	17,00	12,40	11,00	9,40	9,00	9,20	10,00	11,40	12,00	15,40	9,00
2004	16,20	17,40	17,80	14,60	10,40	9,40	7,40	10,20	11,20	12,00	13,80	14,00	7,40
2005	17,20	17,60	17,00	14,00	9,20	9,00	9,00	9,20	10,20	10,20	11,50	12,50	9,00
2006	17,40	18,70	17,80	13,60	10,40	9,50	9,70	10,30	10,20	11,50	13,20	14,70	9,50
2007	17,50	17,30	17,20	15,00	10,00	9,30	9,50	8,20	10,00	10,80	11,80	13,20	8,20
2008	16,50	17,50	16,40	13,90	9,30	9,30	8,60	9,80	9,40	11,00	12,40	14,60	8,60
2009	14,00	18,80	18,00	16,00	12,40	8,80	8,40	8,40	9,60	10,20	12,60	14,80	8,40
2010	17,60	18,80	17,00	14,60	11,80	9,00	7,20	7,80	8,80	9,80	11,30	12,80	7,20
2011	15,80	16,20	14,00	15,20	10,20	11,00	10,40	9,20	9,00	9,20	11,00	14,60	9,00
2012	16,20	15,20	18,40	15,20	10,00	10,40	9,40	9,40	11,00	11,40	12,80	15,20	9,40
2013	17,00	17,40	16,00	12,20	10,20	10,00	9,50	9,20	10,00	10,00	11,20	15,60	9,20
2014	17,20	16,60	16,40	15,00	5,60	10,40	8,80	9,00	11,00	11,20	12,60	14,00	5,60
2015	8,20	19,00	18,40	16,80	12,20	11,20	10,00	10,40	10,60	11,60	12,40	13,20	8,20
2016	15,20	19,60	19,20	16,00	12,40	11,20	9,80	10,00	10,20	11,20	11,60	13,60	9,80
2017	18,00	18,20	19,00	16,60	13,20	11,20	9,00	7,80	9,80	9,20	10,40	13,80	7,80

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 31

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Huancano – Ica. 1997-2017

Estación: Huancano

Latitud:-13.60

Longitud:-75.61

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	29,60	29,60	31,40	28,50	29,50	27,30	27,20	27,20	29,70	30,50	31,20	29,60	31,40
1998	30,50	33,70	34,20	32,50	30,60	29,60	29,50	29,50	28,20	27,30	30,33	29,50	34,20
1999	27,60	28,50	31,00	31,20	30,20	27,50	27,00	27,50	27,50	28,00	28,00	28,20	31,20
2000	28,00	29,50	29,20	29,50	29,50	28,10	26,60	28,60	28,60	29,60	28,50	27,60	29,60
2001	29,50	30,10	30,50	30,00	28,50	27,00	26,30	27,50	27,80	28,00	28,40	29,30	30,50
2002	29,50	29,70	31,00	30,10	28,50	26,10	28,00	28,70	28,60	28,50	28,50	29,00	31,00
2003	29,50	30,10	30,50	29,50	28,00	28,00	27,00	28,60	28,00	29,00	28,50	29,00	30,50
2004	30,00	30,40	29,60	29,50	28,10	26,50	27,00	27,00	28,00	29,00	29,00	29,50	30,40
2005	29,60	29,00	30,50	29,60	28,60	31,50	28,20	26,50	28,10	28,20	29,00	29,00	31,50
2006	28,60	30,50	31,00	30,50	28,50	28,50	26,60	27,50	28,50	30,00	29,00	29,02	31,00
2007	29,28	29,65	29,82	29,73	27,73	28,61	26,95	27,21	27,97	28,99	29,94	29,03	29,94
2008	29,20	29,40	30,60	30,60	29,00	27,00	27,60	28,00	29,60	29,50	29,20	29,40	30,60
2009	29,60	29,80	30,60	30,00	29,80	28,40	27,60	28,60	29,20	29,40	30,60	29,80	30,60
2010	30,00	31,00	31,80	31,40	29,80	29,00	27,20	29,00	30,00	29,50	29,00	29,00	31,80
2011	30,00	31,00	30,40	30,00	28,60	28,40	29,70	29,00	30,00	30,00	30,60	32,00	32,00
2012	31,00	31,60	32,60	32,00	31,00	28,00	28,00	28,40	29,00	32,00	30,20	30,00	32,60
2013	30,20	30,20	32,00	31,00	29,60	28,20	27,80	28,00	28,60	29,60	30,00	30,60	32,00
2014	30,60	31,00	29,80	30,40	27,60	26,40	27,60	28,60	28,60	29,00	28,80	29,60	31,00
2015	29,60	31,20	30,60	29,50	28,20	28,00	27,00	28,60	29,80	30,80	29,60	30,80	31,20
2016	29,35	28,89	28,07	29,15	25,66	29,58	26,32	26,14	27,42	29,29	29,56	29,12	29,58
2017	30,20	32,00	32,40	30,40	28,20	27,00	25,40	26,00	27,60	28,60	28,40	28,60	32,40
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	11,30	14,00	13,40	13,10	12,80	11,50	10,10	10,10	10,10	10,50	13,50	10,50	10,10
1998	13,60	15,30	17,10	14,20	11,50	9,40	9,50	9,50	11,30	11,20	10,67	12,30	9,40
1999	14,50	15,30	15,30	15,30	11,90	8,50	9,50	9,50	9,50	12,00	10,60	12,60	8,50
2000	14,50	12,20	12,50	16,30	12,80	8,50	7,50	9,00	10,80	12,00	11,20	12,00	7,50
2001	15,00	17,00	16,00	14,80	10,50	8,20	8,60	9,00	9,40	11,50	10,50	13,50	8,20
2002	15,40	15,60	16,00	14,20	14,00	10,60	8,50	8,50	10,00	9,50	12,00	13,10	8,50
2003	15,00	15,00	15,20	13,00	13,00	10,00	9,10	9,50	9,50	12,50	11,00	13,50	9,10
2004	13,50	16,20	17,00	14,20	12,50	9,10	7,20	10,00	11,00	11,50	12,30	12,50	7,20
2005	11,50	12,40	13,50	15,00	10,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	10,60	10,50	8,50
2006	15,00	16,50	16,00	15,00	12,50	9,50	9,00	9,60	10,00	11,50	12,00	14,50	9,00
2007	14,45	15,41	15,69	14,73	11,95	8,90	8,13	9,39	9,97	11,31	11,87	13,40	8,13
2008	14,00	16,00	17,00	16,00	11,00	8,00	7,00	9,00	10,00	11,20	12,50	13,00	7,00
2009	16,00	15,00	16,50	15,00	12,50	8,50	9,00	9,00	10,50	11,50	10,50	13,50	8,50
2010	15,00	15,00	17,00	15,50	12,00	9,50	7,50	9,50	9,00	10,50	10,00	14,50	7,50
2011	15,50	16,50	16,50	16,00	10,50	9,00	9,00	9,00	9,50	9,50	12,50	14,00	9,00
2012	16,00	17,00	15,00	15,00	10,00	10,50	10,00	9,00	11,50	12,00	13,00	13,00	9,00
2013	16,00	17,00	16,50	14,50	12,00	9,00	8,50	9,50	11,50	11,00	12,00	14,00	8,50
2014	1,00	17,00	15,50	15,00	11,00	10,50	8,50	9,50	11,50	11,50	12,00	13,00	1,00
2015	15,50	17,50	17,50	15,00	12,00	11,00	7,50	10,50	11,00	12,00	11,50	14,00	7,50
2016	15,29	16,15	16,50	15,10	11,61	8,11	7,03	9,33	9,65	11,37	13,07	14,87	7,03
2017	18,00	18,40	18,20	15,60	13,00	11,20	9,60	10,00	10,20	12,00	12,00	14,80	9,60

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 32

Temperaturas máx. y mín. mens, EC San Pedro Huacarpana–Ica.1997-2017

Estación: San Pedro de Huacarpana

Latitud:-13.04

Longitud:-75.64

TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (°C)
1997	16,20	15,30	16,00	16,00	18,00	17,20	19,00	18,00	18,20	18,20	18,20	18,40	19,00
1998	18,30	17,20	17,40	17,20	19,40	21,00	19,20	19,00	19,00	19,40	19,00	17,20	21,00
1999	20,00	15,00	16,60	16,20	16,20	18,20	16,40	16,40	16,40	18,00	17,00	18,00	20,00
2000	15,60	17,00	17,80	16,20	18,00	16,40	16,40	18,00	17,80	18,00	19,00	17,00	19,00
2001	17,20	15,30	18,20	17,40	18,00	16,40	18,00	17,40	17,20	16,80	17,80	18,40	18,40
2002	18,60	15,00	18,60	16,00	17,00	17,00	18,20	18,20	17,20	18,00	17,60	17,60	18,60
2003	18,00	16,00	16,20	17,20	17,60	17,60	17,00	18,00	17,40	18,00	17,60	16,20	18,00
2004	16,20	17,00	17,00	17,20	16,40	16,40	16,40	16,20	17,00	18,00	16,20	17,00	18,00
2005	16,00	16,20	16,00	16,40	16,20	16,20	16,00	16,40	17,00	16,60	17,00	17,40	17,40
2006	17,00	16,00	15,40	16,20	16,20	16,20	17,00	17,20	17,00	17,40	17,00	16,40	17,40
2007	17,00	16,00	15,20	15,20	15,60	16,20	16,00	16,00	16,60	17,00	17,00	17,00	17,00
2008	18,00	17,40	18,00	17,40	17,00	16,00	16,00	17,00	17,40	17,00	17,40	17,00	18,00
2009	17,40	16,60	16,00	17,00	16,40	16,20	17,00	17,00	17,40	17,00	17,00	16,20	17,40
2010	16,20	17,00	17,00	17,20	17,40	17,20	17,20	17,00	17,20	17,40	17,40	16,00	17,40
2011	16,20	16,00	16,00	16,00	16,40	15,20	15,20	16,00	15,00	14,20	14,40	15,00	16,40
2012	14,20	15,00	14,00	14,00	13,40	14,00	13,40	13,00	13,20	12,40	14,20	12,20	15,00
2013	12,20	11,00	11,00	15,98	15,23	13,40	16,60	17,20	18,40	17,40	17,60	17,40	18,40
2014	16,60	15,80	15,80	16,40	15,40	17,60	17,40	17,60	17,80	17,20	18,20	17,60	18,20
2015	15,60	16,40	17,60	17,60	26,00	18,60	15,43	15,83	18,80	18,80	18,60	18,80	26,00
2016	18,60	17,20	17,00	16,40	18,60	19,60	18,00	17,20	17,20	17,60	17,40	16,80	19,60
2017	15,57	15,69	15,22	15,78	14,48	16,12	15,15	15,59	16,72	16,18	16,59	16,08	16,72
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (°C)
1997	1,00	1,00	2,00	2,00	3,30	2,00	2,00	2,00	2,20	2,30	2,00	2,10	1,00
1998	0,20	1,20	3,80	4,00	2,00	2,00	-0,30	1,00	0,20	1,00	0,10	0,10	-0,30
1999	0,10	1,00	1,20	3,20	3,00	1,00	0,10	0,00	0,10	2,40	1,00	1,40	0,00
2000	0,10	1,00	2,20	2,00	0,10	-0,20	-0,10	1,00	1,20	1,20	1,20	1,20	-0,20
2001	1,00	3,00	1,80	0,40	1,00	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	2,00	0,40
2002	1,60	2,00	2,20	1,80	1,00	2,00	-0,10	1,00	1,00	1,80	1,00	2,00	-0,10
2003	1,00	1,80	1,00	1,20	1,20	1,00	1,00	-0,20	-0,20	-0,40	1,00	0,50	-0,40
2004	-0,30	1,00	1,00	0,00	0,60	-0,10	-0,40	-0,20	-0,10	-0,20	-0,20	-0,10	-0,40
2005	-0,40	-0,10	0,20	-0,20	-0,30	-0,30	-2,20	-2,60	-3,40	-3,20	-5,00	-2,00	-5,00
2006	-3,00	-1,80	-2,60	-3,00	-3,40	-3,00	-4,80	-4,60	-4,00	-5,00	-4,00	-4,20	-5,00
2007	-3,00	-5,00	-2,60	-3,00	-5,00	-3,60	-4,00	-3,20	-3,00	-4,20	-4,20	-5,00	-5,00
2008	-1,60	-0,60	-2,60	-3,00	-4,60	-3,00	-6,00	-2,40	-3,00	-4,00	-3,00	-4,00	-6,00
2009	-4,20	-4,00	-3,60	-4,20	-5,00	-4,00	1,00	-3,00	1,60	1,00	0,40	0,40	-5,00
2010	2,00	1,00	1,00	1,00	-0,10	-2,00	-3,00	-2,20	-1,60	0,60	1,00	1,20	-3,00
2011	1,40	1,60	1,60	1,00	-1,00	2,00	-4,20	-5,00	0,20	-1,00	3,00	2,40	-5,00
2012	2,40	0,20	-0,20	1,00	1,00	0,60	0,80	0,10	0,40	2,00	2,00	1,20	-0,20
2013	1,10	1,20	1,80	-2,17	-3,35	-2,20	-3,00	1,20	1,00	2,20	0,60	3,40	-3,35
2014	3,20	2,00	1,60	3,40	1,40	2,20	0,00	1,20	2,40	2,00	0,20	2,40	0,00
2015	3,20	1,60	2,00	3,60	2,40	3,20	-3,07	-2,34	2,60	2,00	2,40	4,00	-3,07
2016	3,60	4,20	3,40	3,20	2,20	0,20	-3,00	2,20	1,80	1,80	0,40	2,60	-3,00
2017	1,71	0,74	0,27	-3,32	-4,75	-0,67	-3,46	-2,66	0,43	0,26	0,25	1,49	-4,75

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 33

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC San Juan de Yanac–Ica.1997-2017

Estación: San Juan de Yanac

Latitud:-13.20

Longitud:-75.79

TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (°C)
1997	19,96	20,01	20,15	21,01	21,17	20,26	20,49	20,54	20,71	20,77	21,09	19,19	21,17
1998	20,04	20,04	20,16	21,04	21,24	20,39	20,60	20,67	20,84	20,88	21,14	19,37	21,24
1999	20,12	20,08	20,17	21,06	21,32	20,53	20,71	20,80	20,96	20,98	21,19	19,55	21,32
2000	20,20	20,12	20,18	21,09	21,39	20,66	20,81	20,93	21,08	21,08	21,24	19,72	21,39
2001	20,28	20,15	20,19	21,12	21,46	20,80	20,92	21,06	21,21	21,18	21,29	19,90	21,46
2002	21,00	21,90	21,40	22,00	24,00	21,60	21,20	23,00	21,50	21,40	21,50	21,50	24,00
2003	21,50	20,50	20,00	20,50	21,20	20,80	21,50	21,50	21,20	21,60	23,00	20,20	23,00
2004	21,20	19,50	20,50	21,00	22,00	21,40	20,50	20,20	21,40	22,30	21,00	20,40	22,30
2005	20,50	20,10	20,50	22,60	21,70	21,50	21,50	21,60	22,00	21,00	20,60	20,00	22,60
2006	20,40	20,00	20,10	20,80	21,20	21,20	21,80	21,60	22,50	23,00	21,60	20,60	23,00
2007	20,70	21,30	20,30	20,80	21,60	21,90	21,80	21,00	22,10	20,80	21,30	20,10	22,10
2008	19,50	18,60	17,90	21,80	20,50	21,30	21,00	21,20	21,80	21,30	21,50	21,20	21,80
2009	19,50	18,70	19,20	20,70	20,80	21,80	22,10	22,90	22,60	22,50	22,60	21,90	22,90
2010	21,80	23,00	21,20	22,10	21,50	21,70	21,50	21,50	21,30	21,50	20,00	19,90	23,00
2011	20,20	19,00	19,50	19,50	23,00	21,00	21,90	21,50	21,90	21,00	21,30	21,50	23,00
2012	19,50	20,20	20,30	20,00	22,50	22,70	23,00	23,00	22,20	22,30	22,40	21,50	23,00
2013	21,90	19,50	20,70	22,10	21,50	22,10	21,00	23,50	23,30	22,00	21,40	22,50	23,50
2014	20,80	21,00	21,20	21,90	22,10	22,80	23,10	23,20	22,90	22,40	22,00	22,50	23,20
2015	22,00	21,40	21,00	21,50	22,60	23,60	22,45	22,89	23,20	23,50	23,00	24,50	24,50
2016	23,50	22,00	21,50	22,50	23,70	23,40	22,50	22,00	22,50	22,50	22,60	21,60	23,70
2017	21,58	20,50	19,00	21,50	23,50	22,50	23,00	22,50	23,80	23,60	21,80	22,50	23,80
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (°C)
1997	8,51	9,46	9,87	8,92	9,14	9,10	8,36	10,24	9,84	9,43	10,55	9,41	8,36
1998	8,60	9,49	9,90	8,98	9,17	9,15	8,42	10,16	9,86	9,44	10,47	9,43	8,42
1999	8,69	9,53	9,94	9,04	9,20	9,19	8,47	10,08	9,89	9,46	10,39	9,46	8,47
2000	8,77	9,56	9,97	9,09	9,24	9,23	8,53	10,01	9,91	9,48	10,30	9,48	8,53
2001	8,86	9,60	10,00	9,15	9,27	9,27	8,58	9,93	9,93	9,50	10,22	9,50	8,58
2002	9,00	9,50	9,80	8,50	9,60	10,00	9,20	10,00	10,00	10,50	9,50	10,20	8,50
2003	10,50	10,50	10,50	10,50	10,80	9,50	9,40	8,80	11,00	10,40	10,50	9,60	8,80
2004	8,00	10,20	11,00	8,50	10,10	10,50	9,00	10,00	9,50	9,00	10,00	8,90	8,00
2005	8,30	10,40	11,00	10,00	9,20	8,20	8,00	10,00	10,00	10,50	9,20	9,20	8,00
2006	8,20	10,00	9,10	8,00	8,80	9,40	7,50	10,00	10,10	8,20	10,00	10,90	7,50
2007	11,00	7,50	11,00	10,50	9,00	10,20	9,00	8,20	10,60	9,50	10,00	8,00	7,50
2008	9,10	9,20	8,30	9,50	8,20	9,10	9,80	9,50	10,00	9,40	10,10	9,60	8,20
2009	10,20	10,00	9,40	10,40	10,30	8,80	9,40	9,40	10,70	10,00	9,60	10,10	8,80
2010	10,90	11,50	11,80	10,20	9,00	9,70	9,50	10,10	8,80	9,20	9,20	8,90	8,80
2011	9,50	8,80	8,90	8,40	6,50	8,00	6,40	10,20	8,70	6,50	9,20	10,00	6,40
2012	8,40	10,00	10,40	9,30	10,40	10,00	9,40	9,20	10,60	9,60	11,00	9,30	8,40
2013	10,00	9,80	10,40	10,10	10,00	9,90	9,00	8,10	9,80	10,50	7,50	9,90	7,50
2014	8,50	9,00	10,00	10,80	9,00	9,50	11,00	8,40	9,50	10,40	10,20	10,50	8,40
2015	9,80	10,00	10,00	9,80	10,60	10,50	9,35	8,83	10,40	10,70	9,30	11,70	8,83
2016	11,80	11,80	12,30	10,70	11,60	10,80	9,20	10,20	11,20	10,00	8,40	10,00	8,40
2017	10,24	10,20	10,30	9,20	9,50	10,00	9,40	10,50	11,00	10,00	8,50	8,00	8,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 34

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Palpa – Ica. 1997-2017

Estación: Palpa

Latitud: - 14.53

Longitud: -75.19

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	35,40	36,34	36,52	34,61	33,16	31,00	30,51	31,26	32,57	33,43	33,73	34,72	36,52
1998	35,47	36,34	36,53	34,71	33,21	31,05	30,56	31,38	32,64	33,52	33,85	34,80	36,53
1999	35,54	36,35	36,54	33,00	33,00	30,00	30,00	31,00	32,50	33,50	33,50	35,00	36,54
2000	35,00	36,00	35,50	35,00	33,50	33,00	31,50	32,00	33,00	34,50	35,00	35,50	36,00
2001	35,00	36,00	37,00	35,00	32,50	30,00	31,50	31,00	33,60	34,50	34,50	36,00	37,00
2002	36,20	36,30	37,00	35,50	34,20	30,50	31,00	31,50	32,60	34,50	33,60	35,00	37,00
2003	35,60	36,00	36,50	35,00	33,60	31,50	31,60	33,50	34,00	33,60	34,00	34,50	36,50
2004	37,00	38,00	35,50	35,00	34,00	32,00	30,50	32,60	32,50	33,70	35,10	35,50	38,00
2005	36,60	36,40	37,50	35,50	33,60	33,00	30,20	31,50	32,20	33,00	34,00	34,60	37,50
2006	36,10	35,90	36,50	34,20	32,80	30,60	29,60	33,30	33,40	35,40	34,20	35,60	36,50
2007	36,60	37,00	38,90	35,20	33,30	32,00	31,40	34,40	32,40	33,40	35,10	35,40	38,90
2008	35,20	35,80	36,60	34,60	34,00	29,20	29,40	31,20	33,80	32,40	35,50	35,40	36,60
2009	35,80	36,20	35,40	35,80	33,30	32,60	29,80	31,80	32,20	34,00	36,40	36,00	36,40
2010	36,20	36,60	37,20	35,00	34,20	30,80	30,80	32,20	35,20	33,60	35,00	35,00	37,20
2011	36,40	36,40	35,60	35,00	35,20	33,00	33,40	31,20	33,59	36,20	34,80	35,40	36,40
2012	36,40	36,20	36,40	35,40	33,40	33,60	32,00	31,80	32,60	35,40	34,60	36,40	36,40
2013	36,60	36,60	37,20	36,00	33,70	32,00	31,70	34,40	35,20	35,40	36,20	36,80	37,20
2014	37,40	37,60	37,40	37,20	33,60	30,60	32,60	35,00	35,00	35,00	35,80	36,20	37,60
2015	35,80	35,20	36,00	35,40	34,00	31,20	29,80	33,20	34,60	35,20	35,60	36,80	36,80
2016	36,70	36,43	36,73	36,52	34,07	31,96	31,42	33,52	33,95	35,11	35,90	36,38	36,73
2017	36,77	37,90	37,50	36,20	33,80	31,00	31,00	31,20	34,20	34,80	34,50	35,40	37,90
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	18,95	19,86	19,67	17,10	13,10	9,80	8,96	9,59	10,12	11,85	13,49	15,43	8,96
1998	18,71	19,66	19,41	17,41	12,68	9,54	8,74	9,35	9,93	11,62	13,20	15,24	8,74
1999	18,48	20,00	19,15	11,00	11,00	7,00	7,50	8,00	9,00	11,50	12,00	14,00	7,00
2000	19,00	19,00	18,00	17,00	13,00	9,00	9,00	10,00	10,00	12,50	12,00	16,50	9,00
2001	18,50	19,50	19,50	15,50	11,00	9,50	8,50	8,50	9,80	10,20	11,80	13,80	8,50
2002	16,00	18,20	18,00	14,80	12,00	9,20	8,60	9,00	9,40	11,80	13,00	15,00	8,60
2003	17,60	19,40	18,00	14,00	10,20	9,80	8,60	9,00	9,60	11,80	12,60	16,80	8,60
2004	17,80	19,00	18,80	11,00	10,00	8,30	7,60	9,00	10,90	12,00	12,80	14,20	7,60
2005	17,30	17,40	17,30	14,60	8,90	8,20	8,00	8,20	9,20	8,90	11,00	12,80	8,00
2006	18,30	20,00	18,70	15,20	11,40	8,80	9,00	8,70	9,50	10,10	11,50	13,00	8,70
2007	16,40	14,80	16,60	14,60	8,80	5,00	4,80	4,60	6,20	6,40	9,00	11,60	4,60
2008	14,80	17,20	15,00	12,80	7,40	6,20	4,00	5,80	6,20	6,50	11,20	13,90	4,00
2009	15,60	18,40	18,40	20,72	8,06	6,66	4,70	5,30	7,20	8,40	11,60	13,00	4,70
2010	15,00	17,10	16,40	13,00	10,10	6,80	3,40	4,00	5,90	7,10	8,30	11,00	3,40
2011	15,60	17,00	14,90	14,00	8,90	7,10	6,20	6,20	6,00	7,50	10,20	13,20	6,00
2012	15,00	16,20	17,40	13,00	9,20	8,00	5,20	5,90	7,60	9,00	10,80	14,20	5,20
2013	16,00	17,20	11,40	11,80	8,40	6,60	6,80	6,10	8,20	8,60	1,20	11,80	1,20
2014	16,00	14,90	15,00	13,30	8,10	7,40	5,90	6,10	8,00	10,00	10,60	12,00	5,90
2015	14,40	18,40	17,60	15,20	9,20	8,40	6,40	7,00	8,40	9,20	10,60	13,00	6,40
2016	14,44	16,07	14,73	22,84	5,12	4,83	4,70	4,93	6,67	7,38	8,00	11,79	4,70
2017	14,20	17,70	17,40	14,20	11,40	8,60	6,60	6,20	7,40	7,40	9,50	12,60	6,20

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 35

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC Ocucaje– Ica. 1997-2017

Estación: Ocucaje

Latitud: -14.38

Longitud: -75.67

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	34,50	35,00	35,50	34,50	32,00	31,00	27,50	30,50	33,50	34,50	34,50	34,50	35,50
1998	36,50	37,50	35,50	34,50	33,00	32,50	30,50	32,50	31,00	30,50	32,50	34,40	37,50
1999	34,50	35,00	35,00	33,00	33,00	28,50	27,80	30,00	31,50	33,00	32,00	33,00	35,00
2000	34,00	35,00	34,50	34,00	33,00	31,50	29,50	28,50	31,70	32,50	34,50	34,00	35,00
2001	33,50	36,50	36,00	35,00	32,50	29,80	30,50	29,00	31,50	33,00	32,50	35,20	36,50
2002	35,00	36,00	36,40	35,00	34,00	28,50	27,80	31,50	31,40	33,00	32,50	34,40	36,40
2003	35,00	35,00	36,50	34,50	32,80	31,50	31,00	33,00	32,40	32,50	33,00	33,50	36,50
2004	34,50	36,00	35,20	35,00	32,50	30,00	29,50	32,50	31,50	33,70	34,30	35,00	36,00
2005	36,00	35,60	36,40	34,50	32,50	30,50	27,50	30,00	31,60	31,20	35,00	34,00	36,40
2006	36,50	36,50	36,20	34,50	32,00	30,40	29,50	31,50	31,60	32,30	31,80	34,80	36,50
2007	35,63	35,97	36,39	34,83	32,56	29,98	29,35	31,57	31,41	32,24	33,27	34,53	36,39
2008	35,40	36,40	36,00	34,50	32,40	29,60	28,60	29,60	30,50	31,80	33,80	34,50	36,40
2009	34,60	34,80	34,50	33,40	32,50	30,00	28,00	30,50	29,50	33,00	34,00	34,00	34,80
2010	35,40	35,00	37,40	36,40	34,50	30,50	30,50	32,00	33,40	32,40	33,20	34,00	37,40
2011	35,40	35,20	35,60	34,20	32,40	30,60	27,60	28,00	32,40	32,80	32,80	34,20	35,60
2012	36,00	35,80	36,00	34,80	34,20	29,00	26,20	32,20	31,00	34,00	32,80	34,80	36,00
2013	35,50	37,00	37,20	34,40	33,00	30,20	28,40	31,40	31,01	33,00	35,40	35,80	37,20
2014	37,40	36,20	36,40	34,80	32,20	29,20	32,60	32,40	32,80	34,20	34,20	35,80	37,40
2015	35,80	35,80	36,40	36,40	34,40	31,20	28,60	33,60	36,00	35,80	34,00	36,20	36,40
2016	37,40	35,80	38,00	36,20	34,20	31,60	28,50	32,40	32,80	33,00	35,20	35,60	38,00
2017	37,60	38,00	38,20	36,50	33,40	30,60	28,00	29,00	33,20	33,50	35,00	35,20	38,20
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	13,50	12,50	12,50	10,50	7,50	6,00	7,00	7,50	10,00	9,50	11,00	14,00	6,00
1998	14,50	17,00	17,50	13,00	8,00	8,00	6,50	4,00	5,00	7,50	7,50	7,00	4,00
1999	12,50	15,50	14,20	12,00	6,00	5,20	4,00	6,00	3,00	7,00	8,00	10,50	3,00
2000	12,50	14,00	13,00	13,00	7,50	4,00	4,00	5,50	5,00	6,50	5,60	13,50	4,00
2001	16,00	16,00	15,70	12,00	5,00	4,00	6,50	5,50	4,50	7,50	7,50	10,00	4,00
2002	9,50	13,00	12,00	10,00	6,60	2,50	4,70	5,20	5,50	9,00	8,50	9,00	2,50
2003	12,00	14,50	14,00	6,50	4,50	5,00	3,00	2,60	5,20	7,00	7,50	10,00	2,60
2004	11,50	13,20	14,50	9,00	3,10	3,30	2,00	4,50	6,00	6,50	8,50	9,50	2,00
2005	12,00	14,00	12,50	8,50	4,70	3,50	4,00	5,00	4,00	4,50	5,50	8,50	3,50
2006	13,50	16,50	16,20	11,00	6,50	5,00	5,50	5,50	7,00	7,00	7,50	11,00	5,00
2007	11,73	14,69	14,18	8,43	4,14	3,03	3,19	4,21	4,94	5,77	6,50	9,20	3,03
2008	13,50	15,00	13,60	12,00	6,50	6,00	6,00	5,20	6,70	7,00	11,00	12,80	5,20
2009	16,00	17,50	18,00	12,00	3,49	6,50	3,50	6,50	6,00	8,50	10,00	12,50	3,49
2010	13,50	16,50	14,20	9,00	7,50	4,50	3,00	3,50	4,50	5,00	6,50	8,50	3,00
2011	11,50	15,50	11,50	12,50	7,40	6,80	6,80	5,50	8,20	7,00	8,80	12,20	5,50
2012	14,40	16,00	16,50	12,80	8,00	6,80	6,80	7,80	8,50	7,00	10,00	13,40	6,80
2013	15,00	15,60	12,80	9,40	5,80	5,00	5,50	5,00	7,20	8,00	8,60	7,80	5,00
2014	14,60	12,80	13,40	12,40	9,00	7,20	6,20	6,00	7,40	8,80	9,00	10,40	6,00
2015	13,00	16,50	14,80	14,20	6,00	8,40	5,60	6,00	7,00	10,00	10,00	11,00	5,60
2016	12,00	17,00	12,00	12,80	8,00	6,80	6,80	6,80	7,00	8,00	8,60	10,80	6,80
2017	16,80	15,20	16,20	12,20	11,00	6,80	6,00	5,00	8,00	6,00	7,40	10,40	5,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 36

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de Pampa Blanca– Ica. 1997-2017

Estación: Pampa Blanca

Latitud: -14.24

Longitud: -75.10

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	31,95	33,47	32,07	30,02	30,12	30,81	31,38	29,86	29,72	29,67	30,97	31,22	33,47
1998	31,95	33,36	32,10	30,11	30,13	30,72	31,24	29,82	29,75	29,74	30,99	31,25	33,36
1999	31,95	33,25	32,13	30,20	30,15	30,62	31,09	29,78	29,78	29,80	31,00	31,27	33,25
2000	31,94	33,15	32,16	30,29	30,16	30,52	30,95	29,74	29,81	29,87	31,01	31,30	33,15
2001	31,94	33,04	32,19	30,38	30,17	30,42	30,80	29,70	29,84	29,93	31,03	31,32	33,04
2002	31,93	32,94	32,21	30,47	30,18	30,32	30,65	29,66	29,87	30,00	31,04	31,35	32,94
2003	31,93	32,83	32,24	30,56	30,20	30,23	30,51	29,62	29,90	30,06	31,06	31,37	32,83
2004	32,40	33,60	31,80	31,20	30,00	29,00	31,00	29,80	30,20	30,80	31,00	31,80	33,60
2005	32,00	32,20	33,00	31,00	30,40	31,80	30,20	29,80	29,40	29,60	31,20	31,40	33,00
2006	32,00	32,40	32,40	30,60	29,60	30,00	29,20	29,60	30,00	30,80	30,40	31,40	32,40
2007	32,00	32,80	32,40	31,40	31,40	28,80	29,80	29,20	29,60	30,20	31,20	30,80	32,80
2008	31,40	31,80	32,00	30,00	30,00	28,40	30,00	28,40	30,00	29,80	32,00	31,60	32,00
2009	31,40	31,60	32,40	31,20	30,20	30,20	30,80	29,60	31,00	30,60	32,60	32,20	32,60
2010	32,00	31,80	33,00	31,00	30,00	31,80	27,80	29,40	30,80	30,00	30,00	30,40	33,00
2011	31,00	32,20	31,20	30,20	29,80	28,80	30,20	29,80	30,20	30,60	30,00	32,00	32,20
2012	32,40	31,60	32,80	31,60	31,40	29,20	28,20	29,20	29,40	30,80	31,40	31,80	32,80
2013	32,20	32,20	33,60	31,60	30,20	29,60	29,80	29,22	29,40	30,40	31,20	32,00	33,60
2014	32,20	32,00	32,00	32,40	30,00	28,40	29,00	31,60	30,80	31,40	31,60	31,40	32,40
2015	31,89	31,57	32,59	31,65	30,35	29,05	28,76	29,14	30,25	30,85	31,23	31,68	32,59
2016	31,88	31,46	32,62	31,75	30,36	28,95	28,62	29,10	30,28	30,91	31,25	31,71	32,62
2017	31,88	31,36	32,65	31,84	30,37	28,85	28,47	29,06	30,31	30,98	31,26	31,73	32,65
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	13,05	9,26	13,49	10,51	10,33	7,88	7,61	8,03	6,90	7,90	8,32	10,65	6,90
1998	13,17	9,62	13,55	10,66	10,35	7,88	7,55	8,03	7,06	8,07	8,56	10,85	7,06
1999	13,30	9,97	13,61	10,81	10,36	7,88	7,49	8,03	7,22	8,25	8,79	11,05	7,22
2000	13,43	10,33	13,67	10,96	10,37	7,88	7,43	8,03	7,38	8,42	9,03	11,26	7,38
2001	13,55	10,68	13,73	11,11	10,38	7,88	7,36	8,03	7,53	8,59	9,26	11,46	7,36
2002	13,68	11,04	13,79	11,25	10,40	7,88	7,30	8,02	7,69	8,77	9,49	11,66	7,30
2003	13,81	11,39	13,85	11,40	10,41	7,89	7,24	8,02	7,85	8,94	9,73	11,86	7,24
2004	15,00	14,50	12,00	11,00	10,00	8,00	6,00	8,00	8,00	9,50	8,50	13,00	6,00
2005	14,50	9,00	14,00	12,50	8,50	8,00	7,00	8,00	8,00	8,50	9,00	12,00	7,00
2006	15,00	16,50	16,00	14,50	11,00	8,00	7,50	9,00	8,50	10,00	12,50	13,50	7,50
2007	15,00	9,50	15,50	9,00	11,00	8,50	9,50	6,50	8,50	8,00	10,50	11,00	6,50
2008	9,00	15,50	15,50	13,00	10,00	8,50	6,00	8,50	9,50	10,40	12,20	12,20	6,00
2009	15,00	9,80	10,20	9,80	10,00	4,60	7,20	7,20	8,50	11,20	11,80	12,00	4,60
2010	15,00	10,00	14,00	12,00	11,40	9,00	5,80	9,40	8,00	10,80	10,40	14,20	5,80
2011	15,40	17,00	15,20	14,80	10,60	7,40	6,76	7,80	8,60	10,00	12,20	13,40	6,76
2012	15,40	16,20	17,40	14,00	11,00	9,40	8,00	7,80	10,20	10,40	13,00	15,00	7,80
2013	16,00	15,00	11,60	10,80	9,00	7,40	7,80	8,00	9,40	10,00	10,80	14,00	7,40
2014	15,00	15,80	14,80	13,80	9,20	8,00	7,80	8,00	9,60	11,00	11,60	13,60	7,80
2015	15,34	15,66	14,55	13,18	10,56	7,90	6,51	8,01	9,75	11,02	12,54	14,30	6,51
2016	15,46	16,02	14,61	13,33	10,57	7,90	6,45	8,01	9,91	11,20	12,78	14,50	6,45
2017	15,59	16,37	14,67	13,48	10,59	7,90	6,39	8,01	10,07	11,37	13,01	14,70	6,39

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. ANA

Anexo N° 37

Temperaturas máx. y mín. mensual, EC de San Camilo– Ica. 1997-2017

Estación: San Camilo

Latitud: -14.07

Longitud: -75.72

TEMPERATURA MAXIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Maxima (C°)
1997	33,00	35,60	35,00	33,80	32,40	31,60	29,00	31,40	32,00	32,80	32,40	34,00	35,60
1998	35,00	37,20	35,60	35,40	33,40	31,20	30,60	32,00	32,00	32,20	32,40	34,00	37,20
1999	35,00	34,00	35,00	33,80	36,00	29,60	29,40	28,80	30,90	32,10	32,40	32,40	36,00
2000	34,60	35,20	35,00	33,80	32,00	31,10	29,70	28,40	30,40	32,20	32,00	33,40	35,20
2001	33,60	35,20	35,80	35,40	31,80	30,20	31,00	29,40	33,00	31,80	32,80	34,80	35,80
2002	34,80	36,20	36,00	34,60	33,60	29,20	28,60	29,80	30,20	32,20	32,40	33,40	36,20
2003	34,40	36,40	36,20	35,00	33,80	30,80	29,40	31,80	30,80	33,00	33,20	34,80	36,40
2004	35,20	36,60	36,40	35,20	32,80	29,80	28,60	30,40	30,80	31,60	33,00	33,60	36,60
2005	34,80	35,20	35,40	35,40	32,00	30,80	29,20	29,20	29,40	30,60	32,60	32,80	35,40
2006	34,20	35,60	36,00	35,00	32,40	29,20	29,20	31,20	31,60	32,60	33,20	33,40	36,00
2007	35,40	36,20	35,60	34,60	34,00	29,60	30,40	30,60	29,00	31,60	32,60	33,20	36,20
2008	35,00	34,20	35,60	34,40	33,00	28,20	29,00	29,80	31,60	31,80	34,00	34,60	35,60
2009	34,20	35,20	35,00	34,80	33,20	30,00	29,60	31,00	31,20	32,20	34,00	32,60	35,20
2010	33,80	35,00	35,60	35,20	33,00	29,00	28,80	29,40	33,00	31,00	32,60	34,00	35,60
2011	34,60	35,00	35,00	35,00	31,60	30,00	29,00	30,00	31,60	32,40	32,40	33,40	35,00
2012	34,68	35,10	36,20	35,10	34,20	30,30	30,00	29,40	31,20	35,40	33,20	34,20	36,20
2013	35,10	36,30	37,30	35,20	32,40	30,20	30,10	31,40	31,15	32,52	34,60	35,40	37,30
2014	35,60	36,60	35,40	35,20	31,40	28,40	28,60	30,80	33,00	32,80	34,20	33,60	36,60
2015	34,60	35,40	35,40	34,80	33,60	30,00	29,00	31,80	32,80	32,80	33,80	35,00	35,40
2016	34,20	36,20	36,40	35,40	34,00	32,60	31,20	30,00	31,80	31,80	34,80	34,80	36,40
2017	35,40	36,40	36,60	34,00	32,20	29,60	27,00	27,40	29,60	33,80	33,80	34,20	36,60
TEMPERATURA MINIMA (C°)													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Temp. Minima (C°)
1997	12,00	14,80	15,00	13,80	11,00	10,00	10,00	8,00	10,00	11,60	13,80	15,80	8,00
1998	19,20	18,80	19,00	14,80	10,20	9,60	8,20	7,20	8,40	9,20	10,60	11,20	7,20
1999	15,20	18,00	16,00	14,00	9,20	8,60	7,40	9,30	7,60	11,00	10,60	12,40	7,40
2000	16,80	16,00	14,60	15,00	10,20	7,60	6,80	7,80	8,60	9,00	9,00	15,00	6,80
2001	16,40	17,20	16,80	13,60	8,00	8,00	7,40	7,40	8,00	8,40	10,00	11,60	7,40
2002	13,20	15,80	15,80	13,00	8,00	6,60	8,00	8,40	8,80	11,00	10,80	12,60	6,60
2003	14,60	16,80	15,20	11,20	9,40	8,00	6,20	6,40	8,00	9,80	10,80	14,00	6,20
2004	15,00	15,60	16,20	12,60	7,40	7,00	6,80	7,60	9,40	10,40	11,40	12,40	6,80
2005	15,00	16,20	15,40	12,90	7,20	7,80	6,60	6,60	7,00	7,60	8,20	11,00	6,60
2006	15,40	17,20	16,80	13,00	9,00	8,20	8,40	8,20	8,40	9,20	12,00	13,20	8,20
2007	15,20	15,60	16,20	14,20	8,80	7,20	7,20	7,80	8,20	8,20	10,00	12,00	7,20
2008	14,80	16,80	14,80	13,60	9,20	8,40	8,40	7,80	9,40	9,20	12,20	14,20	7,80
2009	15,30	17,20	16,80	15,00	10,60	8,80	7,40	7,40	8,40	10,00	12,00	13,40	7,40
2010	15,40	17,60	14,80	12,00	10,00	7,00	4,40	5,60	6,70	8,70	8,70	12,00	4,40
2011	15,00	17,20	15,00	13,80	7,20	7,00	7,00	7,40	8,40	8,80	11,00	13,00	7,00
2012	15,00	16,90	16,30	13,20	7,40	9,40	7,30	7,00	8,40	8,40	11,00	11,20	7,00
2013	14,40	16,10	13,40	7,20	6,30	6,40	5,40	6,20	7,40	8,40	9,00	13,00	5,40
2014	14,94	18,60	14,95	11,65	7,54	11,20	7,80	8,80	8,80	10,80	11,20	13,00	7,54
2015	15,20	18,40	17,40	15,40	8,80	10,20	9,20	8,60	9,00	12,20	11,20	14,40	8,60
2016	14,60	18,60	18,00	13,80	10,80	8,40	9,60	8,80	9,80	10,60	9,80	12,00	8,40
2017	17,40	18,60	17,40	15,00	12,80	8,80	8,00	8,20	10,00	1,20	10,80	10,80	1,20

Fuente: Autoridad Nacional del Agua.

Anexo N° 38:
Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Escala de Medición	Diseño Metodológico
Problema General	Objetivo general	Hipotesis general				
¿Es posible confeccionar el Mapa de Grado de Desempeño (PG) con la base de datos del ANA aplicando los modelos matemáticos del SHRP y LTPP para ligantes asfálticos según clasificación Superpave en las regiones de Lima, Ancash e Ica?	Elaborar el Mapa de Grado de Desempeño (PG) con la base de datos del ANA aplicando los modelos matemáticos del SHRP y LTPP para ligantes asfálticos según clasificación Superpave en las regiones de Lima, Ancash e Ica.	Con la base de datos del ANA, se puede confeccionar el Mapa de Grado de Desempeño (PG) aplicando los modelos matemáticos del SHRP y LTPP para ligantes asfálticos según clasificación Superpave en las regiones de Lima, Ancash e Ica.	Variable Independiente (X):			El tipo de la investigación es descriptivo.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipotesis Específicas				
1 ¿Cuáles son los componentes para calcular el Grado de Desempeño (PG) según clasificación	1. Identificar los componentes para calcular el Grado de Desempeño (PG) según clasificación	1. Existen los componentes para desarrollar el Grado de Desempeño (PG)	El Mapa de Grado de Desempeño (PG)	Temperaturas	Temperaturas mínimas	Nivel de investigación cuantitativo.

Superpave en las regiones Lima, Ancash e Ica?	Superpave en las regiones Lima, Ancash e Ica.	en las regiones Lima, Ancash e Ica.					
2. ¿Cuáles son las diferencias de los valores entre los modelos matemáticos existentes del Grado de Desempeño (PG) aplicados en las regiones Lima, Ancash e Ica?	2. Establecer las diferencias entre los valores de los modelos matemáticos existentes del Grado de Desempeño (PG) aplicados en las regiones Lima, Ancash e Ica.	2. Son los modelos matemáticos más recientes los cuales nos dan los valores más conservadores para la elección del ligante asfáltico en las regiones Lima, Ancash e Ica.	Variable Dependiente (Y):				Población: La población de estudio está compuesta por los datos climatológicos de las distintas regiones y departamentos del territorio peruano de los últimos 20 años.
3. ¿Cuáles serán las correcciones en función al tráfico y la velocidad para el Grado de Desempeño (PG) en carreteras específicas de las regiones Lima, Ancash e Ica?	3. Aplicar las correcciones al Grado de Desempeño (PG) en función al tráfico y la velocidad en carreteras específicas de las regiones Lima, Ancash e Ica.	3. Las correcciones en función al tráfico y la velocidad modifican el Grado de Desempeño (PG) en carreteras específicas de las regiones Lima, Ancash e Ica.	El valor de Grado de Desempeño	Modelos matemáticos	Temperaturas máximas		Muestra: La muestra está comprendida por los datos climatológicos recopilados de Lima, Ancash e Ica de los últimos 20 años.

Fuente: Elaboración propia