



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN IMPACTO AMBIENTAL

TESIS DE MAESTRÍA

**ISLA DE CALOR EN EXPANSIÓN, EL
FUTURO TÉRMICO DE LA ZONA
RESIDENCIAL EN DESARROLLO DE LA
AUTOPISTA GUAYAQUIL – SALINAS
DESDE EL km10 HASTA EL km26.**

Arq. CARLOS PALACIOS PORTÉS

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

INSTITUTO DE POSTGRADO
Maestría en Estudios de Impacto Ambiental

TESIS DE MAESTRÍA

**“ISLA DE CALOR EN EXPANSIÓN, EL
FUTURO TÉRMICO DE LA ZONA
RESIDENCIAL EN DESARROLLO DE LA
AUTOPISTA GUAYAQUIL-SALINAS DESDE
EL km10 HASTA EL km26.”**

UN ENFOQUE ARQUITECTÓNICO

Autor

Arq. Carlos Palacios Portés

Tutores

Arq. MSc. Felipe Espinoza Ordoñez

Arq. MSc. Vicente González Burneo

Agosto de 2012

PRÓLOGO

Hoy nos planteamos la necesidad de transformar nuestro entorno con el objetivo final de hacerlo más orgánico, funcional y relativamente sustentable, planteando escenarios que de por sí sean amortiguadores de la incidencia de los elementos y conduzcan o reviertan los mismos como generadores de energía en su beneficio.

El presente ensayo enfoca esta necesidad con el objetivo de interesar o mejor, involucrar a quienes como ordenadores de espacios tenemos la obligación, pegada a nuestra piel, de contribuir a esta causa.

El fin intrínseco de este análisis, más que establecer normas para uso del suelo o edificaciones, es el de crear iniciativas que redunden en la implementación de alternativas particulares al hacer arquitectura.

CARLOS A. PALACIOS M., ARQ.

RESUMEN EJECUTIVO

ISLA DE CALOR EN EXPANSIÓN, EL FUTURO TÉRMICO DE LA ZONA RESIDENCIAL EN DESARROLLO DE LA AUTOPISTA GUAYAQUIL-SALINAS DESDE EL km10 HASTA EL km26.

UN ENFOQUE ARQUITECTÓNICO

Palabras clave: Isla de calor, coberturas urbanas, geometría urbana, calor antropogénico, confort higro-térmico.

En temas de clima urbano, el estudio del fenómeno de la isla de calor es uno de los que más importancia tiene a nivel mundial pues, toda ciudad presenta microclimas de diferentes comportamientos térmicos que siempre resultan mucho más calurosos que su entorno rural inmediato. De momento en Guayaquil no se monitorea tales microclimas, pero esta investigación emprendió la toma manual de temperaturas en varios transectos para compararlos con los registros meteorológicos en tiempo real publicados en línea de la estación Simón Bolívar del actual aeropuerto; aunque ubicada dentro de la misma ciudad, de allí se confirmó que existe más de una isla de calor y que la de mayor intensidad se encuentra a lo largo del Blvd. 9 de Octubre con un pico de 5.3°C de diferencia media. Como es de esperar, una estación móvil de toma manual de datos supone ciertas limitantes debido a la no simultaneidad de las lecturas de temperatura, por lo que se adoptó márgenes de tolerancia para los tiempos según estándares internacionales; caso similar ocurrió con los flujos de calor antropogénico que, en vista de que tampoco existen registros en Guayaquil, hubo que importar datos típicos de otras ciudades en función de la similitud en intensidad de edificación.

Los resultados obtenidos en este trabajo están presentados con un lenguaje universal para proyectistas, constructores, planificadores urbanos e interesados en el clima de la ciudad y van desde el hallazgo de la identidad térmica de sesenta y ocho intersecciones viales, modelos numéricos predictivos de respuesta calórica, diagramas psicrométricos de confort higro-térmico exclusivos de Guayaquil, construcción de criterios de diseño sustentable de coberturas, geometría urbana y reducción de calor antropogénico hasta la elaboración de una propuesta de modificación a la actual normativa urbana que carece de políticas de prevención de islas de calor para el sector de expansión planificada en la vía a la costa desde la ciudadela Puerto Azul hasta el peaje del km26.

ABSTRACT

URBAN HEAT ISLAND IN EXPANSION, THE THERMAL FUTURE FOR THE GUAYAQUIL-SALINAS EXPRESSWAY FROM km10 TO km26 AS AN URBAN DEVELOPMENT ZONE.

AN ARCHITECTONIC APPROACH

Keywords: Heat island, surface coverage, urban geometry, anthropogenic heat, hygrothermal comfort.

In urban climate concerns, the study of urban heat island phenomenon is one of the most attended in the world, because of every city shows different thermal behaviors in each micro-climate that always are heater than the nearest rural environment. Currently, in Guayaquil there are not monitoring of such micro-climates, but this research has applied the transects method in order to take temperatures and then compare them with on-line published meteorological registers of Simon Bolivar station that reports to the actual airport, even though it is in the middle of the mere city, data confirmed that it do exists more than one heat island and the most intense is located through Blvd. 9 de Octubre with a peak value of 5.3°C of average difference. As everyone should expect, a mobile meteorological station is quite limited due to the impossibility in getting simultaneous data, so the author had to use tolerance ranges for the timing based on international standards; a similar case occurred in anthropogenic heat fluxes, author had to import typical data from other cities with similar characteristics on building intensity.

The results on this work are shown with a universal language that project designers, civil builders, urban planners and urban climate researchers could find suitable. Findings contains the providing of thermal identity of sixty eight street intersections, numeric models that predicts thermal response, psychrometric charts of hygrothermal comfort for Guayaquil, construction of sustainable design patterns for surface coverage management, urban geometry, reduction of anthropogenic heat and a proposal of an actual urban normative modification due to the lack of urban heat islands prevention policies in planned expansion sector placed on "Vía a la Costa" road from Puerto Azul housing to the tollbooth at km26.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN.....	1
PRÓLOGO	3
RESUMEN EJECUTIVO/ABSTRACT	4
CONTENIDO	6
DEDICATORIA:.....	17
COMENTARIO INICIAL.....	18
INTRODUCCIÓN	18
FASE I: INFORMACIÓN GENERAL.....	19
PRELIMINARES	20
SINOPSIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	21
ESTADO DEL ARTE	24
Situación internacional.....	24
Situación local	28
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	29
Planteamiento del problema	29
Enunciado del problema:	34
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
OBJETIVOS.....	35
Objetivo general:	35
Objetivos específicos:.....	35
MARCO TEÓRICO.....	36
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	37
Planteamiento	37
Enunciado de la hipótesis:	37
ESTRUCTURA DE LA HIPÓTESIS	38
Contexto urbano e identificación de variables	38
DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES	39
La variable dependiente	39

CONTENIDO

La variable independiente segunda	39
La variable independiente primera	40
DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES	41
Indicador para la variable independiente "y"	42
Indicadores para la variable independiente "x"	43
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	45
PLAN GENERAL DE TRABAJO	46
PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO	48
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	49
PLANTEAMIENTO DEL ÁREA DE PROPUESTA	51
MÉTODOS, INSTRUMENTALIZACIÓN Y RECURSOS	53
Método	53
Herramientas e instrumentos	56
Identificación de recursos	58
LÍNEA BASE AMBIENTAL	59
TRANSECTO 01-23: BLVD. 9 DE OCTUBRE	60
Medio Socio-económico	61
Medio Físico	61
Coberturas urbanas	61
Gradiente geométrico	63
Gradiente térmico	64
Medio Biótico	64
TRANSECTO 24-29: AV. DELTA.	65
Medio Socio-económico	66
Medio Físico	66
Coberturas urbanas	66
Gradiente geométrico	68
Gradiente térmico	69
Medio Biótico	69
TRANSECTO 30-41: AV. VÍCTOR EMILIO ESTRADA.	70
Medio Socio-económico	71
Medio Físico	71
Coberturas urbanas	71
Gradiente geométrico	73

CONTENIDO

Gradiente térmico.....	76
Medio Biótico.....	76
TRANSECTO 42-47: CALLE PORTETE DE TARQUI.....	77
Medio Socio-económico	78
Medio Físico.....	78
Coberturas urbanas.....	78
Gradiente geométrico	80
Gradiente térmico.....	83
Medio Biótico.....	83
TRANSECTO 48-63: VÍA A LA COSTA.	84
Medio Socio-económico	85
Medio Físico.....	85
Coberturas urbanas.....	85
Gradiente geométrico	87
Gradiente térmico.....	88
Medio Biótico.....	88
FASE II: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	89
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	90
Análisis#1: Estudio de la respuesta térmica de los transectos.....	91
Análisis#2: Modelo descriptivo de tendencias.....	96
Análisis#3: Comparación con el caso estudio de Belo Horizonte.....	97
Análisis#4: Clasificación de los transectos por Zonas Climáticas.....	102
Análisis#5: Modelos numéricos.....	104
FASE III: CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS.....	109
MODELADO PREDICTIVO DE ESCENARIOS HIPOTÉTICOS	110
ASPECTOS PRELIMINARES.....	110
Modificación controlada de variables	111
La inercia térmica de la superficie de cobertura	112
ESCENARIOS HIPOTÉTICOS	113
Características del primer escenario hipotético.....	113
Características del segundo escenario hipotético.....	115
MODELADO PREDICTIVO POR ESCENARIOS HIPOTÉTICOS.....	116
MEDICIÓN DE INDICADORES DE HIPÓTESIS.....	123
RESULTADOS.....	125

CONTENIDO

SELECCIÓN DEL MODELO NUMÉRICO MÁS APTO PARA LAS URBANIZACIONES DE LA AUTOPISTA GUAYAQUIL-SALINAS	126
CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	131
COMENTARIOS PREVIOS	131
ESTIMACIÓN DE PERFILES TÉRMICOS Y TEMPERATURAS A PARTIR DEL MODELO.	132
DETERMINACIÓN DE IMPACTO TÉRMICO A PARTIR DE CARTAS BIOCLIMÁTICAS.	133
PONDERACIÓN CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE.	138
COMENTARIOS FINALES Y DIMENSIONAMIENTO DEL UHI DE GUAYAQUIL.....	141
FASE IV: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	147
Consideraciones previas sobre los flujos energéticos.....	148
LOS PATRONES DE DISEÑO AMBIENTAL.....	149
PATRÓN DE DISEÑO#1:.....	151
PATRÓN DE DISEÑO#2:.....	157
PATRÓN DE DISEÑO#3:.....	162
PATRÓN DE DISEÑO#4:.....	165
PATRÓN DE DISEÑO#5:.....	172
PATRÓN DE DISEÑO#6:.....	176
PATRÓN DE DISEÑO#7:.....	183
PATRÓN DE DISEÑO#8:.....	186
PROPUESTA DE NORMATIVA URBANA.....	189
Sobre la reforma puntual a la ordenanza de edificaciones.....	189
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	195
CONCLUSIONES.....	197
RECOMENDACIONES.....	198
RECONOCIMIENTOS.....	200
CONCLUSIÓN GENERAL	201

CONTENIDO

ANEXOS A	202
ANEXO A1a: Simbología general.....	203
ANEXO A1b: Formatos empleados.....	207
ANEXO A2: Coordenadas de los transectos.....	216
ANEXO A3: Propiedades físicas de los materiales.....	217
ANEXO A4: Superficie según material de cobertura.....	219
ANEXO A5: Masa térmica según material de cobertura.....	222
ANEXO A6a: Masa térmica por unidad de superficie.....	225
ANEXO A6b: Masa térmica de edificios por unidad de superficie.....	227
ANEXO A7: Capacidad térmica según material de cobertura.....	229
ANEXO A8: Capacidad térmica por unidad de superficie.....	232
ANEXO A9: Poder emisivo de las coberturas.....	234
ANEXO A10: Factor de cielo visible.....	237
ANEXO A11: Temperaturas (Explicación de procedimientos).....	246
ANEXO A11a: Registro de temperaturas de la estación fija.....	247
ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.....	252
ANEXO A11c: Perfil térmico instantáneo.....	276
ANEXO A12: Perfil térmico actual (diferencia promedio de temperaturas).....	288
ANEXO A13: Distribución espacial y tendencias de M/A.....	290
ANEXO A14: Distribución espacial y tendencias de BM.....	293
ANEXO A15: Distribución espacial y tendencias de Cs.....	296
ANEXO A16: Distribución espacial y tendencias de P.....	299
ANEXO A17: Distribución espacial y tendencias de SVF.....	302
ANEXO A18: Distribución espacial y tendencias de ΔT	305
ANEXO A19: Flujo de calor antropogénico.....	308
ANEXO A20: Cuadro resumen de variables.....	310
ANEXO A21: Análisis de regresión lineal múltiple.....	311

ANEXOS B	300
ANEXO B1: Características urbanas de los transectos según la normativa municipal vigente.....	319
ANEXO B2: Superficie modificada de material de cobertura según escenario hipotético#1.....	320
ANEXO B3: Masa térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.....	322
ANEXO B4: Masa térmica modificada por unidad de superficie según escenario hipotético#1.....	324
ANEXO B5: Capacidad térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.....	326
ANEXO B6: Capacidad térmica por unidad de superficie modificada según escenario hipotético#1.....	328
ANEXO B7: Poder emisor modificado de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.....	330
ANEXO B8: Flujo de calor antropogénico modificado según escenario hipotético#1.....	332
ANEXO B9: Tanteo de flujos de calor antropogénico "Qa".....	335
ANEXO B10: Resultados de la modificación de variables.....	336
ANEXO B11a: Indicadores principales para la variable X.....	338
ANEXO B11b: Indicadores auxiliares para la variable X.....	339
ANEXO B12a: Indicadores principales para la variable Z.....	343
ANEXO B12b: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#1.....	345
ANEXO B12c: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#2.....	348
ANEXO B12d: Indicadores auxiliares para la variable Z.....	351
ANEXO B13a: Registros meteorológicos 2009 para Guayaquil.....	352
ANEXO B13b: Clima de Guayaquil según medias mensuales.....	353
ANEXO B13c: Cartas bioclimáticas para Guayaquil.....	354
ANEXO B13d: Sistemas activos de climatización sugeridos.....	359
ANEXO B13e: Carta solar en proyección estereográfica para la ciudad de Guayaquil.....	360
ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.....	361
ANEXO B15: Variables del transecto T:64-68.....	369
ANEXO B16: Intensidad del UHI por transecto (mini-UHIs).....	372

CONTENIDO

ANEXOS C	355
ANEXO C1: Variables térmicas de T:64-68.....	374
ANEXO C2: Variables térmicas de T:64-68 modificadas según el escenario h.....	377
ANEXO C3a: Cuadro de vigente de intensidad de edificación para ZR-2.....	379
ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.....	380
BIBLIOGRAFÍA	388

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1	22
Figura2	32
Figura3	51
Figura4	52
Figura5	55
Figura6	56
Figura7	61
Figura8	63
Figura9	64
Figura10	66
Figura11	68
Figura12	69
Figura13	71
Figura14	73
Figura15	73
Figura16	75
Figura17	76
Figura18	78
Figura19	80
Figura20	80

CONTENIDO

Figura21	.....	82
Figura22	.....	83
Figura23	.....	85
Figura24	.....	87
Figura25	.....	87
Figura26	.....	89
Figura27	.....	130
Figura28	.....	137
Figura29	.....	151
Figura30	.....	152
Figura31	.....	153
Figura32	.....	156
Figura33	.....	157
Figura34	.....	157
Figura35	.....	161
Figura36	.....	165
Figura37	.....	166
Figura38	.....	167
Figura39	.....	168
Figura40	.....	172
Figura41	.....	174
Figura42	.....	175
Figura43	.....	176
Figura44	.....	176
Figura45	.....	178
Figura46	.....	182

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro1	.....	51
Cuadro2	.....	56
Cuadro3	.....	63
Cuadro4	.....	68
Cuadro5	.....	74
Cuadro6	.....	80
Cuadro7	.....	88
Cuadro8	.....	92
Cuadro9	.....	92
Cuadro10	.....	97
Cuadro11	.....	100
Cuadro12	.....	101
Cuadro13	.....	105
Cuadro14	.....	106
Cuadro15	.....	106
Cuadro16	.....	107
Cuadro17	.....	107
Cuadro18	.....	108
Cuadro19	.....	108
Cuadro20	.....	109
Cuadro21	.....	114
Cuadro22	.....	115
Cuadro23	.....	124
Cuadro24	.....	128
Cuadro25	.....	128
Cuadro26	.....	130
Cuadro27	.....	130
Cuadro28	.....	133
Cuadro29	.....	140
Cuadro30	.....	143

CONTENIDO

Cuadro31	.....	144
Cuadro32	.....	150
Cuadro33	.....	150
Cuadro34	.....	151
Cuadro35	.....	177

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama1	.....	49
Diagrama2	.....	61
Diagrama3	.....	66
Diagrama4	.....	71
Diagrama5	.....	78
Diagrama6	.....	85
Diagrama7	.....	93
Diagrama8	.....	94
Diagrama9	.....	96
Diagrama10	.....	98
Diagrama11	.....	98
Diagrama12	.....	99
Diagrama13	.....	99
Diagrama14	.....	100
Diagrama15	.....	101
Diagrama16	.....	118
Diagrama17	.....	119
Diagrama18	.....	120
Diagrama19	.....	121
Diagrama20	.....	122
Diagrama21	.....	123
Diagrama22	.....	126
Diagrama23	.....	135
Diagrama24	.....	136
Diagrama25	.....	137

CONTENIDO

Diagrama26	143
Diagrama27	144
Diagrama28	145
Diagrama29	149

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula1	44
Fórmula2	44
Fórmula3	45
Fórmula4	45
Fórmula5	45
Fórmula6	95
Fórmula7	95
Fórmula8	106
Fórmula9	106
Fórmula10	107
Fórmula11	107
Fórmula12	108
Fórmula13	108
Fórmula14	109
Fórmula15	113

DEDICATORIA:

A mis padres, hermanos, tutores y amigos, por creer firmemente que no detendría los esfuerzos por comprender al medio ambiente y asimilar su protección como una forma de vida en arquitectura.

CARLOS PALACIOS PORTÉS, ARQ.

ISLA DE CALOR EN EXPANSIÓN, EL FUTURO TÉRMICO DE LA ZONA RESIDENCIAL EN DESARROLLO DE LA AUTOPISTA GUAYAQUIL–SALINAS DESDE EL km10 HASTA EL km26.

UN ENFOQUE ARQUITECTÓNICO



El animal humano, en su condición de especie dominante con capacidad de razonar actos, actualmente tiende a la búsqueda de organización social, confort y seguridad mediante la planificación territorial y equipamiento; esto es, para progresar en su hábitat artificial, modifica el mundo y adapta los patrones de intercambio energético existentes a sus nuevas necesidades. Así es como surge cada isla de calor dentro de un ecosistema urbano en expansión...



INTRODUCCIÓN

Como es normal, en todo el mundo el crecimiento poblacional demanda soluciones espaciales de vivienda, trabajo y transporte y con ello, la ciudad se expande y se incrementa el consumo energético. Para controlar el futuro operacional de la urbe, se ha requerido en gran medida del manejo de diversas alternativas afines a densificación de usos de suelo, peatonalización de calles, restauración de parques urbanos, etc.; pero no en todos los casos se consigue la sustentabilidad en comunión con el comportamiento térmico balanceado de la ciudad.

El crecimiento urbano denota agresividad para los ecosistemas nativos de un medio terrestre porque torna hostiles sus condiciones originales y, con la construcción civil como aliada a nivel micro-escalar, tiene implícitos eventos de implementación, transformación, remoción, destrucción, restauración o reemplazo de elementos naturales, urbanos y arquitectónicos; esto da lugar a la formación de microclimas locales diferentes como consecuencia de las necesidades espaciales cambiantes. Finalmente esto suele terminar en la erradicación o desalojo de los ocupantes originales no humanos del sitio que no lograron adaptarse al cambio antropogénico impuesto.

El título de la presente investigación hace alusión al impacto ambiental térmico que surte la urbanización en un sector de la ciudad de Guayaquil, un fenómeno de climatología típico de los grandes ecosistemas urbanos.



FASE I:

INFORMACIÓN GENERAL.



PRELIMINARES

SINOPSIS DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo tiene como objeto de estudio al fenómeno “Isla urbana de calor”, un componente de relevancia en temas de clima urbano del que se buscará explicar y mensurar sus factores inherentes como causantes de elevadas temperaturas nocturnas en zonas consolidadas de la ciudad de Guayaquil (2°25'S; 79°47'W)¹, así como las consecuencias de su posible expansión espacio-tiempo en el tramo urbano residencial de la autopista Guayaquil-Salinas. El resultado esperado tiene que ver con el desarrollo de una herramienta de utilidad multi-institucional que contemple una propuesta de manejo ambiental con generalidades arquitectónicas-urbanísticas como combate contra la aplicación de estereotipos de diseño y construcción en zonas de desarrollo urbano planificado.

Esta investigación parte del supuesto teórico de que el fenómeno tiene potencial de expansión hacia otros sectores urbanos, pero para sustentar tal afirmación será necesario primero probar su existencia en la ciudad por medio de mediciones de campo, de donde ciertas inferencias y observaciones permitirán determinar analogías micro-climáticas locales para finalmente elaborar y, de ser el caso, recopilar criterios de diseño arquitectónico que involucren ideas bioclimáticas y de eficiencia energética. Hay que aclarar que no se persigue plantear fórmulas de mitigación del fenómeno en los lugares en donde éste está presente, puesto que en los portales WEB existe una infinidad asombrosa de soluciones universalmente aceptadas. Al contrario, lo que se pretende es proveer de una alternativa que contemple un futuro térmico con mejores características para las zonas de crecimiento urbano planificado como la autopista Guayaquil-Salinas.

Adicionalmente, cabe mencionar que se pretende establecer un punto de partida para encaminar a otras investigaciones especializadas que a futuro puedan derivarse del tema, pues es necesario que las instituciones reconozcan los medios y se establezcan los vínculos y recursos necesarios para estudiar el fenómeno planteado a la manera como se hace en las grandes ciudades para, eventualmente, adoptar más de un punto de vista desde donde encontrar soluciones más refinadas y que principalmente sean de propia y específica aplicación para Guayaquil.

¹ http://www.tutiempo.net/clima/Guayaquil_Simon_Bolivar/842030.htm



DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

El fenómeno de la isla térmica o isla urbana de calor, **en adelante UHI^{2*}**, describe a un área metropolitana que se encuentra significativamente más caliente que sus alrededores, lo que la hace parecer como una zona de localización bien definida y aislada a causa de sus propiedades térmicas diferentes a las del entorno; se caracteriza por la presencia de urbanizaciones, edificaciones, caminos y otras obras de infraestructura con comportamientos térmicos propios que responden a la geometría de la ciudad y la variedad de materiales con que están construidas.

Los efectos del UHI se manifiestan tanto en el día como durante la noche cuando se detecta un aumento sensible en la temperatura del aire de algún sector urbano; la **figura1** es la representación en vista superior de la isla de calor de una ciudad hipotética por medio de isotermas espaciadas a razón de 1°C, nótese el aumento gradual de la temperatura del aire hacia en el centro urbano, donde están los edificios en altura (rectángulos más grandes).



Figura1: Representación conceptual del fenómeno UHI³

² * Del acrónimo de "Urban Heat Island", definido así en 1958 por el inglés Gordon Manley al relacionar la disminución de la precipitación de nieve con el aumento de la temperatura urbana.

Bibliografía sobre climatología urbana,

<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/46055/56860>

³ **Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies,**

<http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/BasicCompendium.pdf>



Isla de calor en expansión

Aunque es el caso típico, “el efecto isla de calor no tiene porqué coincidir con el centro de la ciudad”⁴ y “no es homogéneo pero suele tratarse de varios puntos que surgen de zonas favorables para su aparición, por ejemplo, fábricas enormes, centrales eléctricas”^{5*}, etc.; es decir que no es exclusivo del casco comercial en donde hay edificios altos. En general, la experiencia de otras ciudades señala la presencia de islas más pequeñas en zonas densamente construidas o de amplias superficies de pavimentos sólidos y que no poseen mecanismos naturales de refrigeración; de esta forma, la isla de calor total puede asumirse como la sumatoria de las islas distribuidas por toda la ciudad, mismas que muchos artículos científicos califican más vehementemente como “mini-islas”.

La isla de calor también es un fenómeno en expansión, “a la vez que las áreas urbanas se desarrollan, ocurren cambios en el paisaje. Este desarrollo conduce a la formación de islas urbanas de calor”^{6*}. Mientras exista crecimiento urbano planificado o no, el fenómeno UHI tendrá más campo de acción; pero su influencia va mucho más allá de los límites de la ciudad en donde se origina, según el artículo **Urban Heat Island (UHI) effect**, la isla térmica es un evento local que no afecta solamente al entorno urbano, sino que influye también de manera negativa sobre el micro-clima de las zonas rurales circundantes debido al aporte que brinda para la formación del efecto de invernadero.⁷ Esto no quiere decir que el fenómeno UHI sea precursor del calentamiento global^{8*}, pero puede contribuir de manera estacional a su incremento por el calor antropogénico que la búsqueda de confort ambiental genera según la época climática^{9*} de turno.

⁴ Tratado de la contaminación atmosférica, Mariano Seóanez Calvo

^{5*} Incluso se menciona al centro de la ciudad como punto favorable para el UHI en: **El clima en las ciudades**: http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2__Clima_Urbano/-_Efecto_isla_de_calor_3x6.html

^{6*} Texto traducido literalmente del documento: **Reducing Urban Heat Islands: Compendium of strategies**, página 4, <http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/BasicsCompendium.pdf>

⁷ **Urban Heat Island (UHI) Effect**, <http://www.urbanheatislands.com/>

^{8*}La EPA indica que el calentamiento global y la UHI son fenómenos distintos; el primero estudia los incrementos del balance térmico del planeta, el otro se refiere a diferencias de temperatura a nivel local.

Cooling Summertime temperatures: Strategies to Reduce Urban Heat Islands,

<http://www.epa.gov/hiri/resources/pdf/HIRIbrochure.pdf>

^{9*} Expertos afirman que en el Ecuador es un equívoco referirse a las estaciones climáticas locales como “invierno y verano”, en su lugar las han denominado “época húmeda” y “época seca” respectivamente porque el clima local está determinado principalmente por la presencia o ausencia de lluvias.



Los eventos hasta aquí citados tienen implícito al factor humano como agente generador de cambios geográficos y por consiguiente geométricos, físicos y meteorológicos; la ciudad es un ecosistema creado por el hombre para el hombre y la isla de calor es una consecuencia de la ciudad, entonces “es un reflejo de los cambios micro-climáticos introducidos por el hombre”¹⁰ porque toda obra civil impacta sobre el ambiente y altera las condiciones iniciales del lugar de emplazamiento. Actividades habituales como remover coberturas vegetales no deseadas, realizar movimientos de tierra, levantar una pared o revestir las fachadas provocan cambios; de esta forma la construcción de cada nuevo edificio se constituye como un elemento que produce variaciones minúsculas (a escala de la ciudad) de la geometría urbana que se vuelven significativas con la densificación. El resultado típico es que cambia con ello la percepción del microclima cuando los flujos de viento ya no pueden renovar las masas de aire como antes.

El suelo urbanizado también almacena mucho calor debido a su composición química y propiedades físicas, cada material usado en la construcción posee particularidades térmicas y lumínicas intrínsecas y; al reemplazar al suelo natural, cambian la respuesta térmica de las superficies. Los materiales de construcción de colores oscuros tienen un bajo albedo y suelen conservar buena parte de la energía solar que incide sobre ellos pero; aunque con un albedo mediano-bajo, son los cuerpos edificados con materiales familiares del cemento los que presentan una mayor capacidad calorífica debido a su masividad característica que les confiere mayor inercia térmica; por ejemplo, una calzada de hormigón es un genuino captador de energía por su inercia térmica, durante el día puede resultar más fresca al tacto que otros cuerpos, pero durante la noche estará sensiblemente más caliente que el aire circundante y dará lugar a la irradiación de la energía térmica que acumuló durante el día, así el aire circundante gana la energía que la calzada cede.

En concreto, el UHI es un fenómeno meteorológico de origen antropogénico propio de la urbe y se produce por la retención de la radiación infrarroja incidente en las coberturas y sobre el perfil geométrico del medio edificado.

¹⁰ **Advances in Building Energy Research, Volumen 3,**

http://books.google.com.ec/books?id=wrZ_VSqyAi8C&pg=PA261&lpg=PA261&dq=luke+howard+uhi&source=bl&ots=p9-WoQ1Pqb&sig=Nv__lwnKdF5sk6m0ZnqWP58KGgc&hl=es&ei=gZiQS-73EpCilAeRv4D8AQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8&ved=0CCoQ6AEwBw#v=onepage&q=luke%20howard%20uhi&f=false



ESTADO DEL ARTE

Situación internacional

Como ha de esperarse por el origen de los primeros estudios, la terminología técnica empleada en relación al UHI está definida en Inglés, sin embargo, existen al momento traducciones al español que son aceptadas internacionalmente y están difundidas en los países de habla hispana con investigaciones avanzadas o incipientes sobre el fenómeno¹¹. Pero dentro de los usuarios de este vocabulario, no son precisamente los países latinos quienes más lo han explotado porque tecnología empleada para el estudio del fenómeno no les permite abarcar todos sus aspectos.

Principalmente en el hemisferio norte se encuentra el mejor desarrollo tecnológico y esfuerzos, los resultados se representan y evalúan por medio de mapas temáticos de variación del UHI, ahorro energético, riesgo de olas de calor, etc. que son elaborados a partir de imágenes satelitales que arrojan lecturas de temperatura del aire (entre 1.50 y 2.00m de altura), datos termográficos de la ciudad en alta resolución (5m) y parámetros superficiales (albedo, emisividad y rugosidad de superficies).¹² Pero también se verifican monitoreos más modestos en ciudades donde el acceso a imágenes satelitales es limitado, allí se realizan recorridos motorizados a lo largo de transectos en donde se registran indicadores meteorológicos (humedad, temperatura, dirección y velocidad del viento, etc.) y se elaboran perfiles estadísticos del UHI¹³. Incluso existe un método de caracterización rápida de islas de calor por medio de un esquema muy sencillo de zonificación térmica de los sectores de una ciudad (zonas termo-climáticas) en donde se identifican patrones típicos de las variables del UHI según la cobertura del suelo.¹⁴

¹¹ **Una propuesta de terminología castellana en climatología urbana,**
<http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/01361620835684728199802/catalogo17/5%20inve.pdf>

¹² **Urban Heat Islands and Urban Thermography,** http://dup.esrin.esa.it/files/document/131-176-149-30_200866143941.pdf

¹³ Isla de Calor desfigurada por la inversión y la brisa,
<http://meteocehegin.blogspot.com/2007/12/isla-de-calor-desfigurada-por-la.html>

¹⁴ **Newly developed “thermal climate zones” for defining and measuring urban heat island magnitude in the canopy layer,** ams.confex.com/ams/pdfpapers/150476.pdf



Es necesario mencionarlo, aunque los expertos están conscientes de que la intensidad del fenómeno UHI puede ser mitigada, saben que no puede ser eliminada de raíz del lugar donde se formó, el UHI es en cierto modo “*indestructible*”.

Los países de clima tropical y mediterráneo miran con mucho cuidado al potencial de desastre sanitario que tiene el fenómeno UHI, especialmente cuando éste desata sus efectos a la par con las olas de calor que los azotan y las enfermedades transmitidas por vectores; también se monitorea el riesgo ambiental que las concentraciones de gases de invernadero y precursores del ozono ocasionan cuando son producto de la emisión de calor antropogénico¹⁵. Por otro lado, en Reino Unido se revelan estudios de la relación de las lluvias urbanas convectivas con el UHI por medio de análisis espacio-tiempo de la influencia que las ciudades tienen sobre los patrones de precipitaciones, hasta el momento se ha determinado que el potencial de formación de nubes de lluvia tiene mayor fuerza en el extremo opuesto de la ciudad y en el centro a lo largo de la dirección del viento¹⁶.

Estos hechos han obligado a los gobiernos respectivos a focalizar parte de sus estudios del clima urbano en el monitoreo constante y búsqueda de mecanismos de corrección y planificación para aprender a vivir con un UHI mitigado, pero en sí existente; con este fin han tenido que garantizar la correcta difusión de las causas, efectos y estrategias prácticas de manejo del fenómeno entre los planificadores urbanos, paisajistas, diseñadores arquitectónicos, constructores y público en general^{17*}.

En medios altamente edificados como muchas de las ciudades norteamericanas se ha optado por trabajar sin modificar en gran medida el medio físico construido, así que se han establecido políticas que van desde planes regionales y urbanos hasta normativas regulatorias¹⁸ que tienen que ver con protección contra la exposición solar de las grandes zonas pavimentadas, masificación de áreas verdes y eficiencia energética; en algunos estados se dispone la arborización de playas de parqueos para generar sombra en al menos el 50% de la superficie; también se estudia la

¹⁵ <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.html>

¹⁶ <http://homepages.see.leeds.ac.uk/~lecmsr/ejournal/2,54-83.pdf>

^{17*} En el estado de Utah (USA) se incluye la instrucción sobre el tema en el programa de estudios secundarios.

¹⁸ **Urban heat island policies measures: examples:**

<http://files.harc.edu/Projects/CoolHouston/Presentations/UrbanHeatIslandPoliciesExamples.pdf>



Isla de calor en expansión

eficacia de las calzadas y pavimentos porosos¹⁹ como mecanismos de refrigeración pasiva al almacenar humedad que pueda ser evaporada y como elementos que permitan recuperar superficies de recarga de acuíferos. La promoción del uso de energías renovables está en su auge, incluso los gobiernos le apuestan a la eficiencia energética por medio de subsidios en el reemplazo de los techados existentes en zonas residenciales por cubiertas de alto albedo para disminuir el consumo en climatización, hay una política de rechazo al calor en los techos²⁰, también hay ordenanzas que premian el uso de cubiertas ajardinadas y que exigen que los nuevos edificios comerciales manejen techos altamente reflexivos con pendientes mínimas; a escala urbana se trabaja con pavimentos de alto albedo²¹ para evitar la acumulación de energía térmica a nivel del suelo.

Actualmente existe un proyecto de nombre “Urban Heat Island and Urban Thermography” que sirve como medio de intercambio de información meteorológica entre diez ciudades europeas y la Agencia Espacial Europea (ESA)²². Particularmente en dicho continente se ha estudiado la manera en que el UHI se ve afectado por factores naturales a nivel del suelo; en el caso de la ciudad de Cehegín (Murcia, España) se ha observado que la inversión térmica formada por los vientos de las montañas y el enfriamiento nocturno brusco de los ríos son agentes que “desfiguran” o contrarrestan al UHI²³. También en ciudades ubicadas en altas latitudes hay estudios que demuestran que al llegar el invierno, el efecto UHI es favorable y muy bien recibido porque se experimenta un evidente ahorro energético en sistemas de calefacción, para los habitantes el invierno es perceptiblemente menos frío que antes.

Los japoneses hasta el momento son los que mejor partido le han sacado a la capacidad del viento para intercambiar energía térmica con las superficies

¹⁹ **Joint Powers Agreement Porous Pavement Project:**

<http://www.ci.woodbury.mn.us/GOVT/aug102005/ccl/6f.htm>

²⁰ **Desarrollo Inteligente e Islas Urbanas de Calor:**

<http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/SmartgrowthSpanish.pdf>

²¹ **Dallas Urban Heat Island – Dallas sustainable skylines initiative:**

<http://files.harc.edu/Projects/DallasUHI/FinalReport.pdf>

²² **Urban Heat Islands and Urban Thermography:** http://dup.esrin.esa.it/files/document/131-176-149-30_200866143941.pdf

²³ Isla de Calor desfigurada por la inversión y la brisa,

<http://meteocehegin.blogspot.com/2007/12/isla-de-calor-desfigurada-por-la.html>



Isla de calor en expansión

y disminuir la intensidad del UHI; han creado un sistema al que llaman “*mejoramiento de la estructura urbana*” y hace hincapié en garantizar el flujo de viento en espacios verdes y cuerpos de agua urbanos, para ello establecen una vinculación natural entre parques, ríos y camineras. Existen investigaciones sobre el potencial de las llamadas “*rutas ventiladas*” (wind paths) ya que gran parte de las ciudades japonesas tiene alguna relación con ríos o con el océano; el cometido radica en ordenar la estructura urbana a favor del sentido predominante de los vientos locales que provienen de los cuerpos de agua para re-direccionarlos hacia los centros urbanos a través de las calles tratadas como grandes “*cauces*” o ductos de ventilación.²⁴

Los japoneses también apuntan hacia un mejor estilo de vida; para evitar el calentamiento excesivo del suelo a causa del UHI y poder aumentar los niveles de evapotranspiración se facilita la adquisición de árboles para residencias privadas y edificios públicos; se construyen parques urbanos y se plantan árboles en aeropuertos, puertos marítimos y plantas de tratamiento de aguas residuales; también se subsidia el desarrollo de tecnologías de ahorro energético y energías alternativas y se promueve su amplio uso, financian la construcción de edificios energéticamente eficientes, apoyan la adquisición de vehículos ecológicos, uso de ropa ligera en verano y reducción de calor antropogénico.²⁵ Por último, todos sus esfuerzos en 2004 fueron plasmados legalmente por el Ministerio de la Tierra, Infraestructura y Transporte de Japón en una herramienta a la que llaman “*Manual de diseño arquitectónico para mitigar el efecto de la isla urbana de calor*” (Guidelines for Architectural Design to Mitigate the Urban Heat Island Effect); actualmente es un mandato de medidas de mitigación del fenómeno UHI que recibe gran acogida por los promotores de proyectos y propietarios de edificios.

En resumen, las ciudades que tienen preocupación por el UHI se dedican a la observación continua de los lugares en donde tiene presencia y elaboran avanzados modelos numéricos basados en monitoreo remoto y de campo para probar la eficacia de sus alternativas de mitigación mientras emprenden políticas de eficiencia energética con una constante difusión de la naturaleza, funcionamiento y riesgos del fenómeno desde la educación secundaria²⁶.

²⁴ **A case study on the air temperature distribution and wind path route in basin city Asahikawa,**
<http://www.lib.kobe-u.ac.jp/repository/00044723.pdf>

²⁵ **Measures to mitigate Urban Heat Islands,**
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/stfc/stt018e/qr18pdf/STTqr1806.pdf>

²⁶ **Kool Kids – the urban heat island effect:** <http://www.nef1.org/ea/koolkids/lesson2-s.html>



Situación local

En la ciudad de Guayaquil las entidades públicas encargadas de realizar monitoreo del tiempo meteorológico y registro climático^{27*}(ver **anexos B13a** y **B13b**), procesan los datos obtenidos de sus estaciones fijas para la provisión de información de pronósticos del tiempo meteorológico con fines de agricultura, temas de salud pública, condiciones de zarpe de embarcaciones marítimas y operaciones de vuelo aeroportuarios; no hay indicios de investigaciones sobre el fenómeno UHI ni de preocupación por su evolución temporal. Esto no significa que no se tiene noción de su presencia en la ciudad, pues los diarios locales han difundido los argumentos manifestados por funcionarios expertos de las entidades en mención sobre el cambio climático de Guayaquil en relación a la isla de calor²⁸. El panorama local es elocuente, los instruidos en el tema conocen de la existencia de las recomendaciones generales expresadas por la EPA, pero nunca se ha posibilitado su difusión y análisis a nivel educativo y profesional, por tanto, al no existir estudios específicos de la eficiencia local de tales generalidades, aún no se han creado soluciones propias para la ciudad de Guayaquil.

^{27*} INAMHI, INOCAR, EXA, ESPOL, **842030 (SEGU)**

²⁸ **Diario El Universo**, El Calor en Guayaquil se mantendrá durante enero
<http://www.eluniverso.com/2009/01/08/1/1445/6CFCFEAA52D3428ABA2B2FA885A5CE84.html>



EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

La apariencia de los sectores de la ciudad de Guayaquil es función de la actividad más representativa de éstos y, en los casos de usos residenciales, tiene relación estrecha con el poder adquisitivo del estrato socio-económico predominante. Así, es fácil contrastar las características de las diferentes zonas urbanas, pues es notorio que la tipología de los edificios y las vías del centro de la ciudad no es la misma en los barrios residenciales de élite ni en otras variedades de zonas habitables, lo que hace que en la misma ciudad no se viva por igual la intensidad del UHI.

Con esta premisa es posible afirmar que, desde un punto de vista arquitectónico, el UHI se ve altamente influenciado por las regulaciones de ordenamiento que determinan la geometría y coberturas urbanas^{29*} de una ciudad; en Guayaquil la ordenanza de edificaciones vigente es clara en cuanto a indicaciones de intensidades de usos de suelo, alturas y retiros en todas sus zonas urbanas, incluso para algunos sectores tiene normado el ornato que ha de manejarse por medio de las posibilidades de colores que han de componer las fachadas de los edificios.

La presencia de islas de calor en Guayaquil es un hecho y, por lo citado en la definición conceptual, es de esperar con certeza que el UHI más intenso se manifieste en el sector de mayor concentración de edificios altos debido a la acumulación de calor antropogénico en el cañón urbano. Hay que recordar que, de manera general, el trazado urbano de Guayaquil favorece la advección a nivel del suelo por su oblicuidad con respecto a la dirección de los vientos locales predominantes (esto es lo que hace que en el centro se perciban continuas ráfagas de viento), lo cual teóricamente mitigaría el efecto concentrador de calor del cañón urbano. Existen lugares con edificios menos altos que se encuentran emplazados dentro de sombras aerodinámicas ocasionadas por la escasa relación H/W (altura de edificación/ancho de vía) y que son alimentados constantemente con el calor antropogénico de la congestión vehicular como la Av. Rumichaca y la Av. García Avilés; casos parecidos y con edificios aún más bajos se presentan en el suburbio oeste de

²⁹ En adelante entiéndase como "**geometría urbana**" a los parámetros relacionados con el ordenamiento como sección de vía, altura de edificación, COS, CUS, retiros, y otras características estereométricas del entorno; y como "**coberturas**" a la descripción de los materiales de revestimiento en función de acabados, colores y texturas.



la ciudad (a lo largo de la Av. Portete de Tarqui) y la avenida principal de Urdesa Central (Av. Víctor Emilio Estrada), en donde la longitud de las manzanas es mayor que el promedio del casco comercial; y también se da en la parte del cerro Mapasingue que está a sotavento con respecto del flujo de los vientos dominantes (la ciudadela Martha de Roldós). En todos estos sitios las noches suelen resultar más calurosas cuando el cielo está nublado y no corre viento^{30*} pero, aun cuando se produzca una buena ventilación, la diferencia apreciable de temperaturas persiste entre un punto y otro de la ciudad, lo que delata la existencia de una relación causa-consecuencia, más allá que con la geometría urbana, con la capacidad térmica de la masa de edificios y de las coberturas de suelo.

Aunque en general se desconoce del fenómeno UHI como tal, muchas personas no dejan de atribuir culpabilidad del incremento sensible de temperaturas a los bajos índices de áreas verdes por habitante. La situación ambiental de fondo es que no existen sumideros de calor³¹ de proporciones significativas que estén distribuidos estratégicamente en toda la extensión de la ciudad. Aparentemente esta situación radica en la forma en que se concibe el papel que han de jugar las áreas verdes en los proyectos arquitectónicos y urbanísticos que, sean éstos de regeneración o de desarrollo, siempre recaen en una finalidad meramente estética.

Como sucede en muchas ciudades desarrolladas, en Guayaquil es evidente la organización geométrica y coberturas de las zonas urbanas y con ello se torna implícita su distribución térmica; lo cierto es que en algunas partes de la ciudad hace cada vez más calor porque presentan síntomas del UHI. La **figura2** es una toma satelital IR sin escala térmica referencial que permite identificar la localización y distribución de islas de calor en toda la extensión

³⁰ * Hay que considerar además que el poder enfriador del viento reside en su velocidad, aunque en Guayaquil los reportes indican vientos constantes con velocidades promedio que no exceden 1m/s, también hay momentos en los que no corre ni la más mínima brisa; de no ser por las ráfagas repentinas, algunos sitios de la ciudad fracasarían en la pérdida de calor por ventilación.

³¹ **Islas de calor, ondas de calor y lluvias extremas en la Ciudad de México,**
<http://www.dicyt.com/noticias/islas-de-calor-ondas-de-calor-y-lluvias-extremas-en-la-ciudad-de-mexico>



de la ciudad; es decir, muestra que el fenómeno UHI en Guayaquil en verdad existe en los lugares ya mencionados^{32*}.

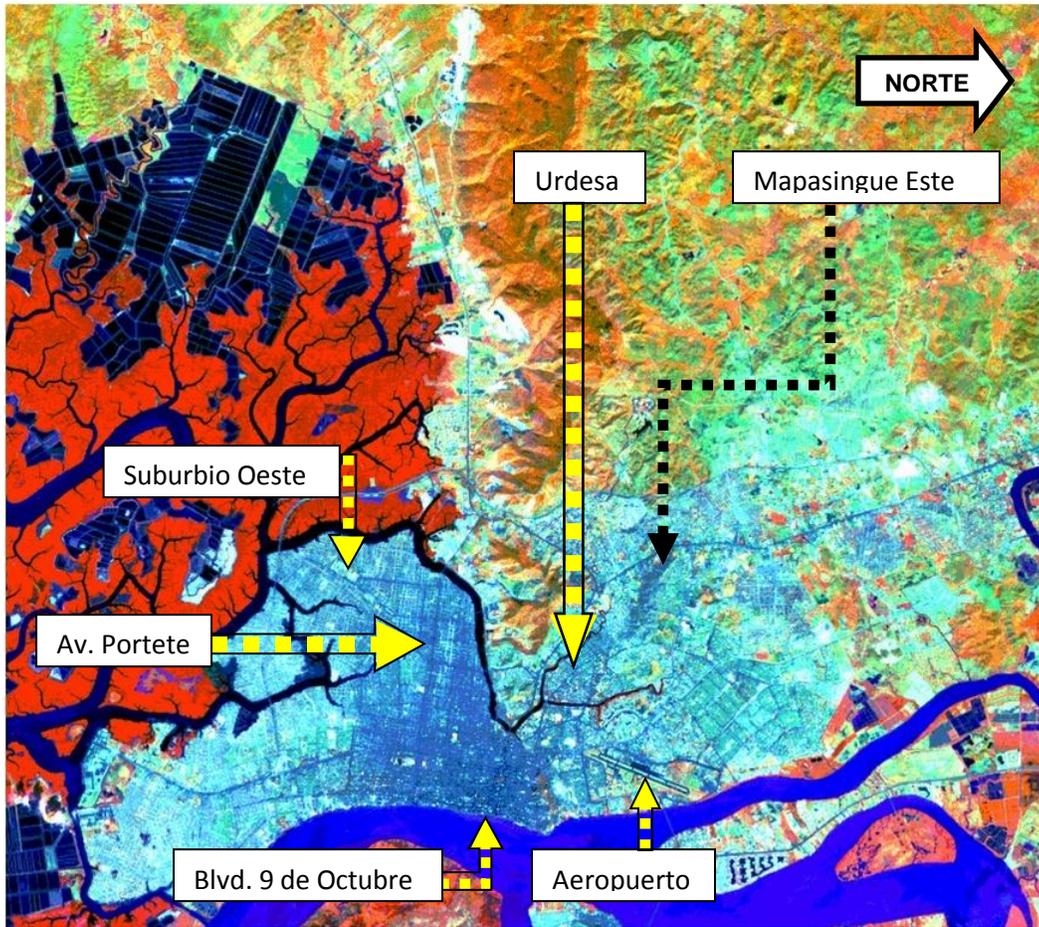


Figura2: Imagen satelital IR de la ciudad de Guayaquil³³

Además, la **figura2** es una imagen nocturna^{34*} en donde las condiciones térmicas de la ciudad entera se representan por medio de la asignación de colores para cada nivel de temperatura. Las tonalidades oscuras del azul denotan áreas de mayor temperatura (ver aeropuerto José Joaquín de

^{32*} Aunque no se dispone de su fecha de captura, la imagen ha sido tomada en cuenta para mostrar la distribución del UHI en Guayaquil porque se aprecia en gran medida el desarrollo urbano cercano al de la actualidad.

³³ Cortesía de la Dirección de Ordenamiento e Infraestructura Territorial - M.I. Municipalidad de Guayaquil.

³⁴ * La imagen es nocturna porque muestra a los cuerpos de agua como superficies más calientes que su entorno, esta particularidad se debe a su alta inercia térmica y calor específico que hace que se calienten y enfríen con mayor lentitud que las masas continentales; así, el calor acumulado durante las horas de sol es liberado lentamente en las noches y contribuye al calentamiento del aire del entorno inmediato.



Olmedo, Boulevard 9 de Octubre y cuerpos de agua en general), los azules claros muestran zonas urbanizadas y se tornan más oscuros a medida que la ocupación del suelo se densifica. Los gradientes entre verde, anaranjado y rojo ilustran zonas de menor temperatura que están recubiertas de vegetación^{35*}; asimismo, las pocas zonas blancas representan las partes más frías de la ciudad y coinciden con estadios y parques recubiertos de césped, asunto que confirma el bajísimo porcentaje de áreas verdes que se encuentran dentro de la parte urbana de la ciudad.

Con la explicación anterior se puede apreciar sin ningún cálculo que el suelo urbano es más caliente que las zonas rurales terrestres y que no responde de manera homogénea en todos los sectores; en general, el casco comercial es más caluroso que las zonas residenciales y resaltan las conexiones por medio de ejes viales también calurosos^{36*}. Los lugares que irradian mayor energía térmica según la imagen tienen como factor común una fuerte cobertura urbana de materiales de construcción, mas no a la intensidad de usos de suelo o la falta de ventilación; para el caso del centro de la ciudad se tiene una alta densidad de edificios con elevado uso de suelo, mientras que en los otros existe un desarrollo urbano evidentemente horizontal, pero con máxima ocupación del suelo.

La construcción civil en serie es a la vez un proceso que resulta favorable para la intensificación del UHI, por ella se ha presenciado la devastación de cerros enteros, la remoción de cubiertas vegetales y hasta la eliminación de árboles que estética o espacialmente no concuerdan con los trazados técnicos de los complejos residenciales privados o de los conocidos planes de vivienda gubernamentales, pues suele resultar más práctico deshacerse de las condicionantes ambientales para adaptar el medio físico a los requerimientos establecidos. Aunque existe la facilidad de ofrecer modelos alternativos de la apariencia del proyecto, las compañías constructoras

³⁵ *Las diferentes especies vegetales responden de manera única y particular a la transferencia, acumulación y reflexión de energía térmica.

³⁶ * En referencia a la terminología para los ejes viales empleada en la ordenanza vigente del "Plan regulador de desarrollo urbano de Guayaquil" y, en consideración a la bondad visual que garantiza la resolución gráfica de la **figura 2**, son los componentes de la red vial fundamental los que infaliblemente muestran comportamientos térmicos favorables para la formación del UHI como por ejemplo: autopista Guayaquil-Salinas(V1), Av. Veinticinco de Julio(V2), Vía Perimetral(V2), Av. Carlos Julio Arosemena(V3), Portete de Tarqui(V3) y Av. Dr. Camilo Ponce Enríquez (vía a Daule) (V3); pero también existen componentes de la vialidad secundaria que no escapan de tal condición: Boulevard 9 de Octubre(V4) y, Av. Víctor Emilio Estrada (V4).



Isla de calor en expansión

locales no generan una variación realmente perceptible entre un diseño arquitectónico y otro, rara vez hay opción de elegir los acabados, las volumetrías mantienen una elocuente similitud estilística y básicamente se conservan los mismos vicios de diseño interior; lo común es utilizar las mismas soluciones de orientación, emplazamiento, uso de suelo y zonificación para cualquier solar de una urbanización, incluso no sorprende encontrar el mismo modelo de villa reproducido en otras urbanizaciones en donde interviene la misma compañía. Visto de una manera más simple: si el modelo prototipo a producir en serie fracasa en términos de eficiencia ambiental y respuesta térmica, también fallarán todas sus réplicas y los efectos formarán un nuevo mini-UHI, o dicho de otra manera: "contribuirán a la expansión de la isla de calor en general porque la arquitectura es responsable de las coberturas y geometría urbana resultantes".

Toda ciudad involucra primordialmente en alguna medida materiales pétreos y térreos naturales o artificiales en la composición de sus vías y edificios, esa es la cobertura urbana más simple e inevitable que, de paso, unifica térmicamente varias zonas separadas de la ciudad; por ejemplo, el centro de la ciudad se liga a las urbanizaciones del límite urbano oeste por medio de la autopista Guayaquil - Salinas con materiales no muy diferentes a los de la avenida Portete. Está claro que, en una ciudad como Guayaquil, difícilmente se procedería con un derrocamiento masivo de los edificios para reestructurar los cañones urbanos, por eso se hace regeneración urbana; este es un caso que no ha pasado inadvertido en los últimos once años porque ha sido recurrente la aplicación de superficies adoquinadas en las calzadas de las calles, porcelanato rojo en las veredas y los típicos pero poco numerosos árboles que logran adaptarse a los estrechos parterres; esto ha llegado a convertirse prácticamente en un estándar que no sólo la M.I. Municipalidad ha puesto en práctica, sino que muchos promotores particulares han adoptado como una solución agradable para los acabados de urbanización, pues a todos parece gustarles el piso de adoquín multicolor; hasta podría considerarse que tienen un valor icónico en la ciudad porque no es raro enterarse de que hayan personas que aspiran a que su barrio posea esas mismas características. Los eventos circunstanciales mencionados revelan que se está frente a un proceso de homologación de propiedades térmicas de sectores micro-climáticos diferentes de la ciudad.

Con lo comentado se corrobora que el resultado de las coberturas y geometría urbana es conferido por las decisiones tomadas en los diseños



arquitectónicos^{37*} (micro-escala) que en su mayoría presentan poco o ningún aporte ambiental positivo, pero hay un factor adicional y es que la ordenanza es muy débil en materia de clima urbano, la prueba de esto es que no se menciona ningún tópico en referencia al fenómeno UHI en el capítulo 2 del Plan Regulador de Desarrollo Urbano.

Hace falta incorporar a la normativa una herramienta de manejo ambiental que considere al UHI como un impacto negativo para la ciudad; en alguna instancia se debería comprometer a todo planificador a la adaptación de sus proyectos a las condicionantes naturales y también a la conservación, aplicación y promoción de soluciones eco-eficientes, pues hoy la formación/expansión del UHI es un escenario que debe volverse restricción. El plan regulador vigente carece de versatilidad porque no puede ser entendido por ningún organismo de control ajeno a la arquitectura y no permite hablar un mismo idioma interinstitucional, lo que obliga a confiar a ciegas en soluciones importadas de otros países. Este último aspecto es especialmente preocupante porque la academia poco ha hecho por estudiar la influencia real de los fenómenos meteorológicos en la respuesta térmica de la obra civil local, lo que agrava progresivamente el estado del UHI.

En concreto, el trazado urbano original de Guayaquil pudo como no haber tenido contemplaciones ambientales, pero hoy la ciudad vive un proceso de transformación tanto en expansión territorial (desarrollo) como en restauración urbana e implementación de servicios. En relación a todo esto, el enunciado que sigue determina que la isla de calor es un problema ambiental específico del microclima de la capa atmosférica inmediata al nivel del suelo urbano (palio urbano) y que su expansión tiene que ver con la geometría urbana y las propiedades térmicas de sus coberturas.

Enunciado del problema:

LA FALTA DE VÍNCULOS INTERINSTITUCIONALES EN EL MONITOREO, ADEMÁS DE LA ESCASA DIFUSIÓN Y AUSENCIA DE REGULACIONES URBANAS RESPECTO DE LOS FENÓMENOS RELATIVOS AL CLIMA EN LA CIUDAD, PROPICIA LA CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO DE ESCENARIOS DE ELEVADAS TEMPERATURAS NOCTURNAS DEL AIRE A NIVEL DEL SUELO URBANO, EN UN CONTEXTO DADO POR UNA NORMATIVA VIGENTE QUE ADMITE PATRONES DE REEMPLAZO DE COBERTURAS NATURALES EN EL ÁREA DE CRECIMIENTO URBANO CON GEOMETRÍA DEFINIDA, QUE NO SON CONGRUENTES CON EL MANTENIMIENTO DE CUALIDADES TÉRMICAS Y MEDIOAMBIENTALES DE MAYOR CONFORT AMBIENTAL.

^{37*} Hay que agregar quizás que en Guayaquil existen más arquitectos que urbanistas.



DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinación de la influencia de las propiedades térmicas de los materiales de cobertura en la modificación de los patrones de temperatura nocturna en sectores de geometría urbana consolidada de la ciudad de Guayaquil.

Objetivos específicos:

1. Definición del perfil térmico y geométrico de los sectores de estudio.
2. Identificación de la intensificación del UHI en sectores consolidados con posibilidades de ser sujetos a procesos de restauración urbana.
3. Determinación del potencial de expansión espacial del UHI en la zona residencial en desarrollo de la autopista Guayaquil - Salinas desde el km10 hasta el km26.
4. Desarrollo de generalidades arquitectónicas relativas a la prevención del impacto ambiental de la expansión espacial del fenómeno UHI.



MARCO TEÓRICO

Autores como *Remar*³⁸, *Streutker*³⁹ y *Jinqu Zang et al.*⁴⁰, en los resultados de sus investigaciones individuales sobre el clima urbano de las ciudades de Las Vegas, Houston y Guangzhou respectivamente, concuerdan con que la expansión del fenómeno UHI se debe al crecimiento urbano como producto del crecimiento poblacional y cambios de usos de suelos y; como sustento, presentan la evolución en la intensidad del UHI mediante estadísticas de las temperaturas extremas simultáneas entre zonas urbanas y rurales dentro de intervalos de varios años de registro. Las herramientas que aplicaron son afines al manejo de imágenes satelitales en diferentes bandas que permiten el análisis simultáneo de todos los lugares de una ciudad, lo que posibilita la zonificación en distritos de similares propiedades térmicas, con ello pueden discernir si se trata de cuerpos de agua, áreas verdes, o diferentes niveles de urbanización (desde sectores consolidados hasta desarrollo incipiente).

Esta investigación toma como punto de partida la asunción axiomática de que el UHI existe y se expande tal y como concluyen los autores anteriores pero; en lugar de intentar medir la extensión del UHI con datos levantados directamente a nivel del suelo^{41*}, se trata de establecer a partir de éstos un modelo predictivo de su potencial de expansión y su intensificación en zonas determinadas de la ciudad; con esto claro y por la similitud local con las posibilidades de manejo de datos presentadas por *Iara Gonçalves dos Santos, et al.*⁴², se asumirá como referente teórico su enfoque que vincula la temperatura a la masa térmica de los edificios y la geometría urbana.

Por su parte, *Stewart & Oke*⁴³, elaboraron una clasificación de zonas climáticas urbanas que recoge algunos patrones comunes de geometría en consideración a las propiedades de las coberturas; este sistema permitirá comparar las distintas realidades urbanas de Guayaquil con sus similares.

³⁸ **Urban heat island expansion in the greater Las Vegas metropolitan area;**
<http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1008&context=erscsp>

³⁹ **Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston, Texas;**
<http://files.harc.edu/Projects/CoolHouston/Documents/GrowthUrbanHeatIsland.pdf>

⁴⁰ **Monitoring the urban heat island and the spatial expansion: using thermal remote sensing image of ETM+band6;** <http://www.sklog.labs.gov.cn/atticle/B07/B07023.pdf>

^{41*} La carencia de acceso a información remota instantánea e histórica, obliga a levantar datos en recorrido de campo no simultáneo a nivel del suelo (ver el título de **Métodos** más adelante), lo que impide exactitud en la determinación de la extensión física del UHI.

⁴² **A comprehensive approach of the sky view factor and building mass in an urban area of the city of Belo Horizonte, Brazil;** www.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/P_3_12.pdf

⁴³ **Local climate zone classification system;** www.geog.ubc.ca/urbanflux/resources/lcz.pdf



FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Planteamiento

Con los argumentos expuestos en la problemática y selección de enfoques pertinentes en el marco teórico fue posible visualizar que el fenómeno de isla urbana de calor existe en alguna medida y distribución en Guayaquil y que funciona bajo patrones similares a los de cualquier otra gran ciudad. Los parámetros locales disponibles que pueden describirlo conceptual y aritméticamente son el gradiente térmico, la geometría urbana y las propiedades térmicas de los materiales de construcción y cobertura; hipotéticamente esta información bastaría para delinear las condiciones de modificación del perfil térmico de las zonas que califiquen para someterse a procesos de desarrollo o de restauración urbana, lo que posibilitaría la provisión de una explicación tentativa sobre la evolución y expansión del UHI como impacto ambiental negativo para la ciudad.

Este enfoque supone que la expansión del fenómeno se deriva de la replicación de las coberturas urbanas típicas de un sitio en otros que difieren geoméricamente, ya que esto ocasionaría comportamientos térmicos parecidos al importar las propiedades del modelo original. Pero no necesariamente hay que asumir que la expansión debe ser aledaña, proporcional o apéndice de un UHI existente; el término contempla también la posibilidad de "proliferación" de mini-islas separadas que, de cualquier modo, son parte del fenómeno general y lo distribuyen sobre la ciudad.

Se plantea entonces la consideración de una hipótesis de investigación enunciada en la modalidad de causalidad para explicar el cambio del comportamiento micro-climático local en función de las propiedades calóricas masivas de las coberturas dentro de una determinada geometría urbana; en el título de "**Estructura de la hipótesis**" se aborda en detalle su composición funcional.

Enunciado de la hipótesis:

LA EXPANSIÓN ESPACIAL DEL FENÓMENO ISLA DE CALOR DEPENDE DE LA INTENSIDAD DE REPLICACIÓN DE COBERTURAS URBANAS BASADAS EN MATERIALES DE ALTA INERCIA TÉRMICA SOBRE SECTORES DE DIFERENTE GEOMETRÍA URBANA.



ESTRUCTURA DE LA HIPÓTESIS

Contexto urbano e identificación de variables

La explicación vertida en el enunciado de la hipótesis sólo puede ser objeto de atribución de causas siempre que esté enmarcada en el escenario que se desprende de las siguientes premisas:

1. No existe complementariedad del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil con otras disciplinas relativas al monitoreo del clima-urbano.
2. El fenómeno Isla de calor está presente en diversos puntos urbanizados de la ciudad de Guayaquil.
3. Los procesos de desarrollo o de restauración urbana tienen potencial inminente de ocasionar la expansión del fenómeno UHI.

Con el contexto establecido, se definirá una simbología de trabajo alfanumérica para identificar la naturaleza de cada variable de la hipótesis. Sin que el número de premisas mostrado y el orden utilizado en la designación siguiente tenga injerencia alguna sobre el proceso, se encuentran dos variables independientes y una dependiente; así, se empleará la letra "X" para representar a la variable independiente número uno, la letra "Y" para la variable independiente número dos y la letra "Z" para la dependiente. De esta forma, la hipótesis se desagrega como sigue:

X: Coberturas urbanas.

Y: Geometría urbana.

Z: Expansión espacial del UHI.

En lenguaje aritmético se entiende que la variable "Z" es función de "X" y de "Y", o sea: $Z=f(X;Y)$; lo que plantea que cuando se produce un cambio de "X" en una condición "Y", entonces ocurre "Z". Para fines ilustrativos y, a manera de símil, puede entenderse que la red vial de Guayaquil funciona como un sistema de coordenadas en donde, para cada intersección, existen coberturas urbanas típicas de la zona a la que pertenece y una geometría particular inamovible, lo cual dicta la existencia de un perfil térmico definido. Si se altera alguno de los dos primeros factores y ocurre un incremento en el valor del perfil térmico, puede generarse una nueva mini-isla de calor o la expansión de un UHI existente.



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES

Por la forma en que se debe comprenderse la información, se ha elegido explicar las variables en orden alfabético invertido; nótese que en el texto se hace frecuente mención a la intervención de "muestras", que no son más que los puntos de toma de datos de campo a explicarse en el título de **diseño de la investigación**.

La variable dependiente

La variable "**Z**", bajo el nombre de "**expansión espacial del UHI**", es calificada como dependiente de otras dos variables. Representa a la variación del perfil térmico de una muestra pues, como se explicó al final del título anterior, si ocurre un cambio desfavorable en el que las temperaturas esperadas ya no se aproximan al patrón habitual, es porque se ha modificado la geometría o coberturas urbanas. Esta investigación considera que el perfil térmico de cada muestra está descrito por la diferencia de temperaturas entre un punto determinado en una avenida y una estación meteorológica fija de referencia; la sucesión espacial de perfiles térmicos localizados a lo largo de una avenida determinan el gradiente térmico que se produce en ésta. Todo gradiente térmico sujeto a modificaciones urbanas tiene el potencial de expandir el territorio que ocupa el fenómeno UHI siempre que se incremente la temperatura de uno o varios de sus perfiles térmicos, en otras palabras, la intensificación del UHI promueve la existencia de sitios más calurosos.

Eventualmente podría producirse una modificación de perfiles térmicos derivada de la emisión de cantidades mayores de calor antropogénico que provengan del embotellamiento vehicular ocasionado bien, por la ejecución de obras públicas, fechas especiales o por simple incremento del parque automotor; pero estas situaciones no se tomarán en cuenta en esta investigación porque no atañen al enfoque arquitectónico y tampoco hay disponibilidad de mediciones de flujos radiantes en los sitios de interés.

La variable independiente segunda

La variable "**Y**" describe la forma física que denota una muestra en función de su "**geometría urbana**". Para ilustrar mejor, es evidente que en una intersección vial del centro de Guayaquil existen edificios más altos que en una de un barrio residencial, característica que les confiere un perfil urbano exclusivo; cuando se torna evidente una variación progresiva de la intensidad



de edificación (COS y CUS), relación H/W del cañón urbano entre muestras y hay un cambio apreciable de usos de suelo, se habla de un gradiente urbano.

A diferencia de la facilidad de reemplazo que ofrecen los materiales de cobertura, la geometría de los sectores urbanos consolidados es prácticamente inalterable, lo que garantiza independencia total en su afectación al perfil térmico, que a menudo sufre modificaciones negativas cuando se han insertado materiales de mayor inercia térmica que los originales.

La variable independiente primera

La variable "**X**", en concordancia con lo que hasta el momento se ha tratado sobre las "**coberturas urbanas**", tiene que ver con las propiedades de la masa térmica presente en una muestra y su papel como agente condicionante de la respuesta del suelo urbano ante la influencia de energía calórica; tales características son estrictamente referidas a la inercia térmica, la capacidad calorífica y la energía irradiada por los materiales de acabado.

En el enunciado de la hipótesis se afirma que la posibilidad de que una nueva mini-isla de calor surja en un sitio determinado está en función de qué tan similar es su respuesta térmica a la de un modelo de referencia de donde se ha tomado en medida masiva los mismos materiales de cobertura.

La variable "**X**" recibe el tratamiento de independiente debido a que, aunque la temperatura diaria de un sector varíe en proporción a eventos meteorológicos estocásticos^{44*}, el perfil térmico se mantiene relativamente constante porque en parte es conferido por las propiedades de la masa térmica interviniente. Por otro lado, también es independiente porque, como la normativa vigente regula escuetamente las coberturas urbanas desde el punto de vista estético, pueden presentarse indiscriminadamente los mismos materiales de acabado en cualquier proyecto público o particular.

⁴⁴ *Por ejemplo, si en este instante el cielo estuviera despejado, la ganancia térmica en el suelo urbano libre de la sombra de los edificios sería elevada al menos hasta que el cielo se nuble nuevamente.



DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

Para la descripción de las variables se ha establecido un sistema de indicadores principales y auxiliares, cuya nomenclatura (ver **cuadros A1a-01** y **A1a-02** del **anexoA1a**) consta de la letra de la variable a la que corresponden y un subíndice numérico. Todos los datos estarán tabulados en cuadros que permitan su lectura numérica y ordinal según los resultados de las operaciones aritméticas expresadas en lenguaje algebraico, nótese que los listados de puntos de muestra y materiales son representados por medio de sucesiones "i-n".

Al final, los resultados ordinales que arrojen los indicadores serán concatenados sintácticamente para establecer una interpretación concluyente acerca de la intervención real de las variables en la hipótesis.

Indicadores para la variable dependiente "Z"

La *expansión espacial del UHI* es posible cuando existe de por medio la variación de la temperatura media de una muestra, por esta razón se interpretará esta variable a partir de dos indicadores y dos auxiliares.

Como indicador "**Z₁**" (**cuadroA1b-01** del **anexoA1b**) se utilizará el "incremento de temperatura media del transecto" con símbolo " **\bar{I}** " y unidad kelvin [**K**]^{45*}. Siempre que las desviaciones estándar de los perfiles térmicos de los modelos a analizar sean de estrecha similitud se procederá con la resta entre los promedios de los perfiles térmicos respectivos^{46*} para determinar " **\bar{I}** ".

Por su parte, el auxiliar relacionado con este indicador es "**I**" (**cuadroA1b-02** del **anexoA1b**), que presenta el incremento de temperaturas por cada punto del transecto al comparar los diferentes modelos, este auxiliar eventualmente se empleará para identificar cuáles son los parámetros que producen tales variaciones térmicas, lo que facilitará la labor de sugerir soluciones generales

^{45*} Las unidades con las que esta investigación trabaja son las mismas que las del Sistema Internacional de Unidades, por tanto, los indicadores con lecturas de temperatura se basarán en la escala Kelvin.

^{46*} En la etapa de diagnóstico ambiental se desarrollará un primer modelo numérico que se ajuste a las condiciones actuales y reales del entorno que envuelve a cada transecto, mientras que en la etapa de caracterización de impactos ambientales se inducirán otras condiciones en el mismo modelo para analizar los resultados.



(criterios de diseño arquitectónico - ambiental). Para conocer los datos que alimentan a este auxiliar, ver **anexos A11** y **A12**.

El indicador "**Z₂**" (**cuadro A1b-03** del **anexo A1b**) será definido como el "*potencial de expansión espacial del UHI*", su símbolo es "**PE**" y se medirá en unidad de temperatura por unidad de longitud [K/km]. Los resultados parciales de este indicador posibilitan el entendimiento de la evolución termo-espacial del UHI a lo largo de la trayectoria de un transecto determinado pero, en combinación con la interpretación que provea "**Z₁**" y al valerse de la posibilidad de predecir resultados fuera de los límites establecidos en los modelos numéricos a desarrollarse, será factible dimensionar en los mismos términos la expansión espacial del UHI.

Como auxiliar de "**Z₂**" está la diferencia entre perfiles máximos y mínimos por transecto $\Delta T'_{\max} - \Delta T'_{\min}$ en unidad de temperatura [K] (**cuadro A1b-04** del **anexo A1b**) que provee del dato exacto de incremento de temperatura dentro de un transecto. El **anexo A12** contiene la información base para este cuadro y se aprecia que existe un patón general para casi todos los transectos en donde los perfiles máximos y mínimos se ubican aproximadamente en los puntos extremos.

Indicador para la variable independiente "y"

Existe un valor de representación gráfica y numérica que engloba condiciones de intensidad de edificación y relación H/W para describir la *geometría urbana*; este indicador es el "*factor de cielo visible*" con símbolo "**SVF**"^{47*} (ver **cuadro A1b-05** del **anexo A1b**) y proviene de la proyección estereográfica^{48*} bicolor de una vista hacia el cénit, en donde el cociente entre el área de cielo (color blanco) y la de la silueta del perfil urbano (color oscuro) determina un valor adimensional calculado a partir de programas CAD (ver **Herramientas e instrumentos** en la sección de **Diseño de la investigación**) e informa indirectamente sobre las posibilidades de renovación de masas de aire urbano.

^{47*} De las siglas en Inglés de Sky View Factor.

^{48*} Este tipo de proyección es equivalente a una fotografía hemisférica tomada con lente "ojo de pez" desde un punto de observación a nivel del suelo con el cénit como objetivo.



Indicadores para la variable independiente "x"

La variable *coberturas urbanas* dispondrá de dos indicadores con auxiliares que calificarán las propiedades térmicas de las coberturas de perfiles individuales y la posible similitud con sectores en donde se han replicado.

El indicador X_1 es la "*capacidad calorífica promedio por unidad de superficie de un transecto*" de símbolo " \hat{C}_s " que es el promedio de los C_s de cada punto (cocientes de la división entre la capacidad calorífica de la masa térmica de materiales y edificios presente en una muestra y su superficie total); es un valor expresado en $[MJ.K^{-1}.m^{-2}]$ y brindará referencias de las propiedades térmicas generales de los materiales existentes por metro cuadrado (ver **cuadroA1b-06** del **anexo1b** y también el **anexoA8**).

Para alimentar al indicador X_1 es necesario disponer de la información auxiliar referente al área superficial, tipo y cantidad de cobertura existente por muestra (ver **anexoA4** y **cuadroA1b-07** del **anexoA1b**).

El segundo factor auxiliar es la capacidad térmica del suelo urbano (ver **anexoA7** y **cuadroA1b-08** del **anexoA1b**) y su cálculo basa las propiedades térmicas de los materiales del **cuadro A3-01** (ver **anexoA3**) en la **fórmula1**:

$$C = M.c \quad [J/K]$$

Fórmula1: Capacidad calorífica⁴⁹.

De donde " C " es la capacidad calorífica, " M " es la masa térmica y " c " es el calor específico del material; naturalmente, la masa puede ser calculada en función de la densidad " ρ " y el volumen " V ", este último a su vez se puede expresar en función de la superficie " A " y el espesor " e "; de esta forma, la expresión debe re-escribirse así:

$$C = (\rho.A.e).c \quad [J/K]$$

Fórmula2: Expresión extendida de la Capacidad calorífica.

Hay que tomar en cuenta que la profundidad del plano de temperatura constante en los climas cálidos y ecuatoriales no excede uno o dos pies⁵⁰ y que existe más de un material de cobertura en cada muestra, lo que implica tomar como masa térmica a todos los materiales que estén presentes en la superficie expuesta e incluir aquellos que lleguen hasta la profundidad de 0.61m (2ft); la fórmula entonces quedaría modificada de la forma que sigue:

⁴⁹ **Fundamentos de Física**, Frank j. Blatt, fórmula (12.7)

⁵⁰ **Manual de física y química**, Manuel Rico y Sinobas, Mariano Santisteban;
<http://books.google.com.ec>



$$C = \sum_{j>0}^k (\rho \cdot A \cdot e \cdot c) \quad [J/K] \quad \text{Fórmula3: Sumatoria de Capacidades caloríficas.}$$

Como tercer auxiliar está “Cs” (ver **cuadroA1b-09** del **anexoA1b**), que permitirá promediar sus resultados para obtener “Ĉs”.

Aparte está X₂, el "grado de similitud de coberturas urbanas" "S" (ver **cuadro A1b-10** del **anexo A1b**) que es un indicador adimensional y servirá para constatar la similitud de la facultad de liberar energía entre las coberturas urbanas replicadas en lugares distintos al de un transecto de referencia.

Como factor auxiliar se requiere conocer el poder emisivo ponderado "Ĝ" (ver **cuadroA1b-11** del **anexo A1b**) de cada transecto estudiado, para ello se toman las superficies totales de cada material que existe en un transecto determinado y se las divide para el área total de este transecto (datos disponibles en el **anexoA4**). Luego, con criterio de ponderación en base a la emisividad del material (ver **cuadroA3-01**, **anexo A3**) se establece el promedio de estos valores para obtener dato buscado.

La fórmula del poder emisivo es una abstracción de la siguiente fórmula que responde a la energía que un cuerpo es capaz de irradiar, más conocida como la ley de Stefan:

$$P = \sigma \cdot A \cdot \epsilon \cdot \Delta T^4 \quad [W] \quad \text{Fórmula4: Ley de Stefan.}^{51}$$

En donde “P” es la energía irradiada o potencia; “σ” (sigma) es la constante de Stefan Boltzman con valor de 5.67x10⁻⁸ [W/(m².K⁴)], “A” es el área de la superficie del cuerpo, “ε” es la emisividad y “ΔT” es la diferencia de temperaturas entre el cuerpo y el medio circundante (en este caso, el perfil térmico). Con los términos claros, el poder emisivo “G” (**anexo A9**) resulta entonces del producto de “A” y “ε”, la fórmula queda como sigue:

$$G = A \cdot \epsilon \quad [m^2] \quad \text{Fórmula5: Expresión para determinar el poder emisivo.}$$

Hasta aquí la definición operacional de las variables de la hipótesis, en adelante los datos a obtenerse de las operaciones descritas en las explicaciones y anexos citados servirán como medio de evaluación de la situación real del comportamiento del UHI, así como para establecer sus causas y posibles actividades de mitigación y prevención.

⁵¹ Física, Jerry D. Wilson fórmula (11.7)



ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos de esta investigación serán de especial utilidad para dilucidar, a escala urbana, una tentativa de futuro ambiental del micro-clima local como consecuencia de la acumulación exclusiva de impactos de naturaleza térmica. El documento apunta en principio a establecer un nexo interinstitucional cuyo eje rector yace en el cruce y puesta en disponibilidad de información de manejo interdisciplinario; así, de tener acogida una vez puesto a consideración ante la M.I. Municipalidad de Guayaquil, la Universidad de Guayaquil, e instituciones de monitoreo y pronóstico meteorológico, éste tendrá la capacidad de extender la aplicación de los lineamientos planteados a técnicos en medio ambiente, arquitectos, ejecutores de obras civiles, planificadores urbanos y estudiantes.

Aunque la investigación esté sujeta a un enfoque arquitectónico, no se dará lugar al tratamiento de aspectos funcionales ni estéticos del diseño; todos los aspectos a tratar apuntan a la optimización del proceso de toma de decisiones de las nuevas programaciones arquitectónicas y urbanísticas, específicamente está vinculado al estudio de criterios de diseño destinados a atenuar la isla urbana de calor en expansión para el sector comprendido entre el km10 y el km26 de la Vía Guayaquil-Salinas. En lo que concierne al trazado urbano, simplemente se tratará sobre las condicionantes que la planificación municipal imprime a los proyectos futuros, no se propondrá modificación alguna para las obras ejecutadas.

Todo el trabajo estará respaldado por un diagnóstico en estricto apego a la actual ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil expedida en junio de 2000, Ordenanza de Edificaciones y leyes ambientales vigentes, por lo que se elaborarán modelos numéricos que se ajusten al perfil térmico urbano y reflejen la realidad ambiental del medio edificado.

Como ya se comentó en la redacción del **estado del arte**, los japoneses ya idearon una herramienta de características similares a lo que se pretende conseguir al término de esta investigación; no obstante, bajo el derrotero general de asimilar las aplicaciones relevantes que han funcionado favorablemente en otras localidades, se someterá a selección la información recopilada de otros autores para combinarlas con los hallazgos de la presente investigación.

Debe decirse también que, en vista de que el fenómeno de la isla de calor contiene un espectro bastante amplio de variables, se preverá una serie de



pautas para que el contenido sea continuado en investigaciones futuras; pues, la aspiración mayor es que se posibilite la medición de la respuesta urbana más allá de los modelos numéricos a presentarse y se emprenda comprobaciones para llegar a un afinamiento o evolución de las medidas planteadas.

PLAN GENERAL DE TRABAJO

Como antes se mencionó, la presente investigación está diseñada bajo una serie general de referencias arquitectónicas y urbanísticas; sin embargo, es en esencia la estructura de los estudios ambientales la que guiará el proceso hasta el final. Para este cometido se definen dos contextos de trabajo: uno de identificación y análisis de UHIs representativos en diferentes sectores denominados “áreas de investigación”, y otro de carácter predictivo en un sector específico de crecimiento urbano planificado de la ciudad, denominado “área de propuesta”, en donde se delinearán una tentativa de futuro térmico y su posible tratamiento sustentable al modelar escenarios similares a los observados.

Dentro de dichas instancias existen también cuatro etapas de procesamiento de información que reflejan la lógica del EIA:

Fase I: Información general.- Dentro del “área de investigación” es la etapa en la que se determina el objeto de estudio, su cuadro de comportamiento característico y el problema que supone la existencia de éste para Guayaquil (información preliminar); en esta sección además se declara cuál es el enfoque teórico publicado en la comunidad científica al que se aportará con los resultados a obtenerse al término de esta investigación y los criterios de toma de datos para confirmar la presencia del UHI en distintos sectores proclives de la ciudad (línea base ambiental).

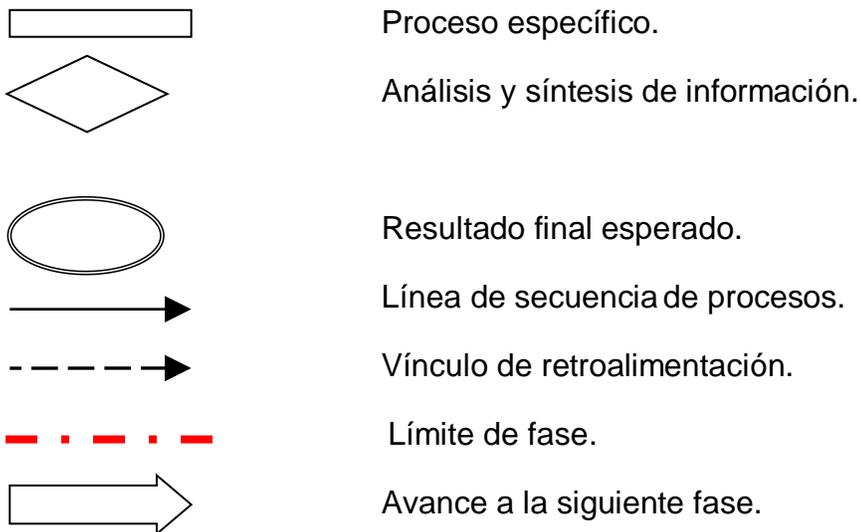
Fase II: Diagnóstico ambiental.- Aún como parte del “área de investigación”, ésta es una etapa de análisis de la información recuperada y recolectada de la muestra de investigación, a partir de aquí se dimensionará la magnitud real del UHI además de generarse modelos numéricos que mejor se ajusten a la realidad de la conducta térmica de Guayaquil para después generalidades relevantes.



Fase III: Caracterización de impactos ambientales.- Esta etapa pertenece al “área de propuesta”, aquí se aplicarán modelos numéricos que representen un escenario hipotético de completa consolidación de las urbanizaciones de la vía Guayaquil-Salinas en el tramo de interés para esta investigación (ver delimitación del área de propuesta más adelante), con ello, a partir de inferencias se determinarán los posibles impactos al ambiente y su respectiva ponderación.

Fase IV: Plan de manejo ambiental.- Con las herramientas que las tres primeras fases permitan elaborar, se presentará una alternativa de cambiar el futuro térmico del sector de estudio, por medio de criterios de diseño arquitectónico-urbanístico expresados en un lenguaje de fácil interpretación a manera del plan de manejo ambiental y medidas de remediación.

El **diagrama1** resume lo antes descrito con la estrategia a seguir para concatenar congruentemente la información que se reúna progresivamente durante las cuatro etapas planteadas; la lectura general de este programa debe entenderse como un gran sistema vertical de vinculación en donde cada proceso específico es consecuencia de otro y tiene posibilidad de retroalimentarse, las saetas indican hacia dónde deben fluir los datos. A continuación la simbología empleada:





PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

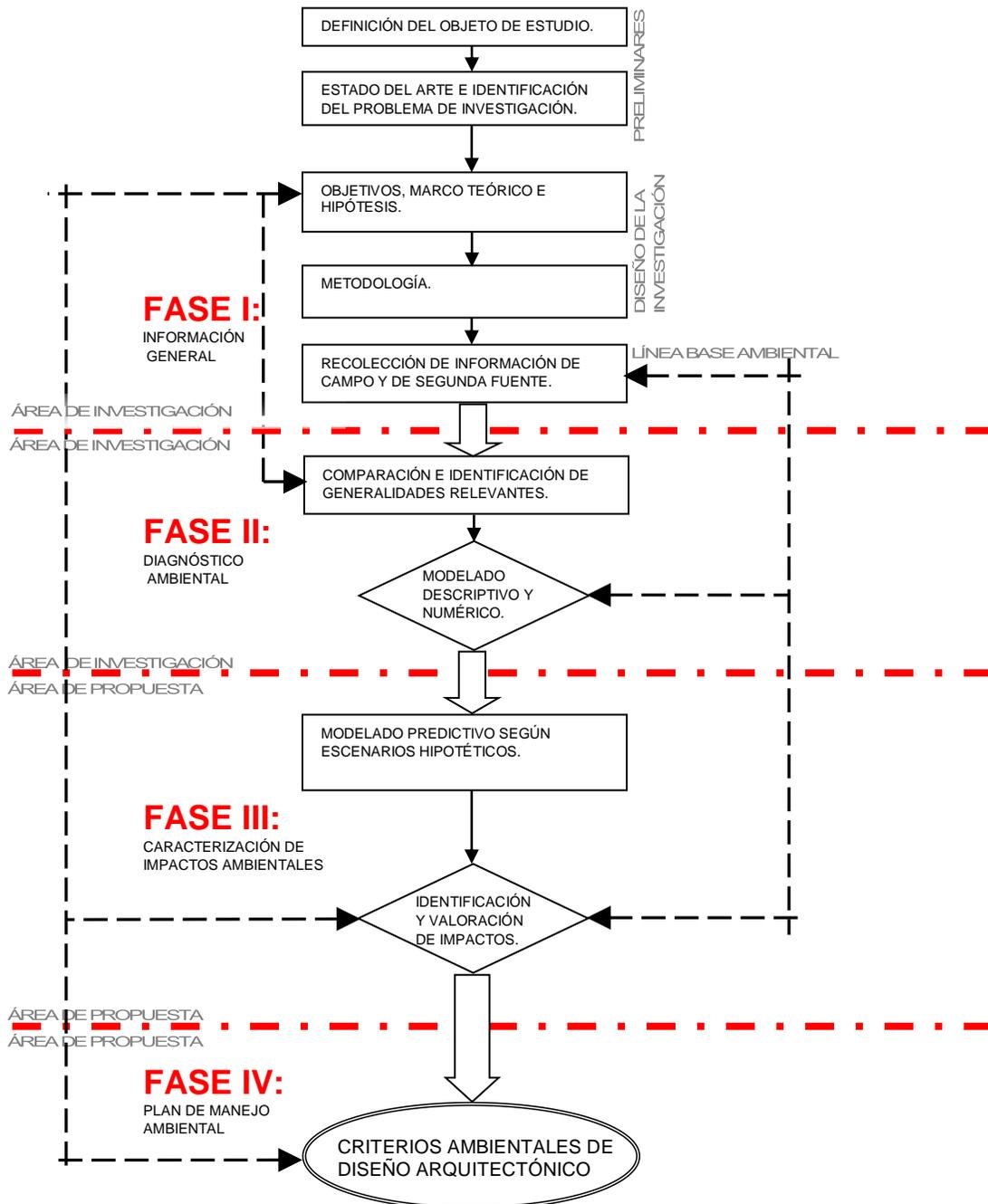


Diagrama1: Programa general de trabajo



CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Aunque el clima de la ciudad de Guayaquil es relativamente estable a lo largo del año, es lógico que exista una heterogeneidad simultánea del tiempo meteorológico en puntos diferentes de ella^{52*}, por tanto, la postura más adecuada para estudiar el problema enunciado en esta investigación debe relacionarse con el levantamiento del perfil térmico actual del UHI a nivel del palio urbano^{53*}. Como punto de partida se tomarán en cuenta los siguientes criterios de selección por eliminación de sitios de estudio:

1. La ciudad es muy extensa y el UHI no está presente en todos los sectores urbanos, esto indica que la investigación debe reducirse al estudio de mini-islas de calor.
2. Debido a que las mediciones de campo se efectúan durante la noche, primarán como factores de decisión la extensión aproximada de cada mini-isla, accesibilidad vehicular y seguridad social.
3. En el problema se indicó la importancia de las coberturas urbanas como variable, en consecuencia, aquí actuará como referente del grado de consolidación urbana.

Hay que recordar que la **figura2** muestra el comportamiento térmico nocturno de Guayaquil y antes se marcaron seis mini-islas que, según los colores de la imagen, tienen intensidad relevante; la más fuerte es la del centro de la ciudad(1°) que prácticamente se unifica con la más extendida que es la de la Av. Portete(2°) con el suburbio oeste (3°), también están las de Urdesa-Universidad de Guayaquil(4°), Mapasingue Este(5°) y la del área de maniobras del aeropuerto(6°). Queda así aplicado el primer filtro.

Luego de lo anterior Mapasingue Este y el Suburbio Oeste quedan descartados por el incumplimiento de los dos factores citados en el segundo criterio; también el área de maniobras del aeropuerto que, por su extensión y desarrollo prácticamente lineal, no marca ninguna influencia agresiva y determinante sobre el entorno. Queda aplicado el segundo filtro por medio de la **figura3**.

^{52*} Es conocido que esto tiene su fundamento en la configuración geográfica y factores climáticos de toda ciudad; en el caso de Guayaquil, por ejemplo, las personas saben que durante una lluvia general se precipita más agua al norte que al sur de la ciudad; o que el cielo nocturno está mucho más despejado en las proximidades del embalse Chongón (Parque el Lago) que en el centro de la ciudad; o que la corriente de viento es más fuerte en lo alto del cerro Santa Ana o en una explanada que en Urdesa central.

^{53*} En la actualidad no existen monitoreos remotos o in-situ a nivel del suelo urbano.

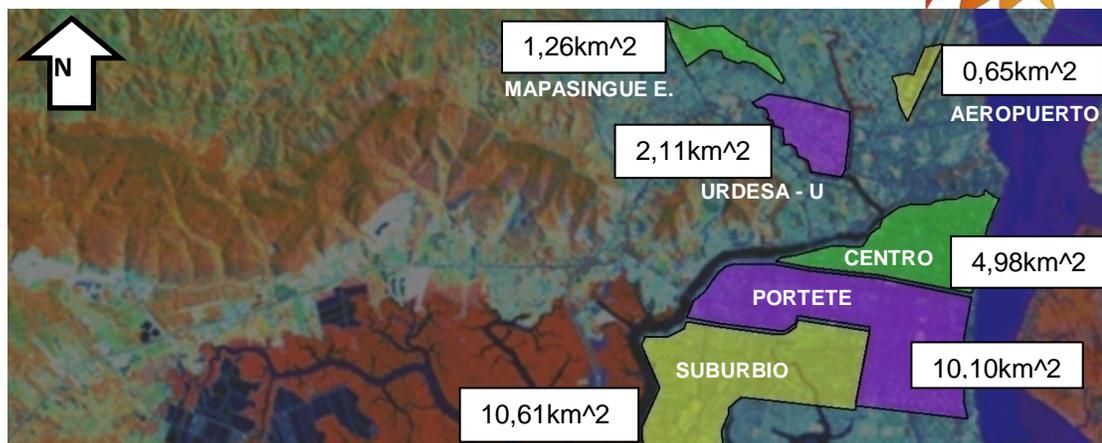


Figura3: Extensión de la superficie de las islas de calor identificadas.⁵⁴

Entonces se elige como casos definitivos de estudio a las mini-islas de calor de 9 de Octubre (Centro de la ciudad), la de Urdesa-Universidad y la de la Av. Portete que pasaron los filtros anteriores y cumplen con la condición del tercero; sin embargo, para fines de elaboración de línea base y diagnósticos próximos dentro de esta investigación, se tomará a la vía Guayaquil-Salinas como cuarto caso de estudio por tratarse del área de propuesta, aun cuando ésta no presente síntomas de mini-UHI. El **cuadro1** es una tabla de verdad que demuestra el razonamiento lógico de lo explicado.

SECTOR	A	B	C	D	E	F	G	RESPUESTA
					A∧B	C>2	(D∧E)∧F	
Centro de la Ciudad	V	V	4,98	V	V	V	V	califica
Av. Portete de Tarqui	V	V	10,10	V	V	V	V	califica
Suburbio oeste	V	F	10,61	F	F	V	F	no califica
Universidad-Urdesa	V	V	2,11	V	V	V	V	califica
Mapasingue Este	F	F	1,26	F	F	F	F	no califica
Aeropuerto	V	V	0,65	V	V	F	F	no califica
Vía a la Costa	V	V	24.26	V	V	V	V	califica
PREMISAS					CÁLCULO LÓGICO			

A: Accesibilidad vehicular

C: Extensión del UHI [km²]

B: Seguridad social nocturna

D: Consolidación urbana.

Cuadro1: Cálculo lógico de selección de los sectores de estudio.

⁵⁴ La **figura3** es de elaboración propia a partir de la **figura2**.



PLANTEAMIENTO DEL ÁREA DE PROPUESTA

En el artículo 108 del aún vigente Plan Regulador de Guayaquil (año 2000) se indica que, dentro del ordenamiento urbanístico, la ciudad tiene perfectamente identificada su área urbana y contempla como sitios de expansión las zonas de Chongón “F”, Aeropuerto de Daular “G”, Embalse Chongón “H” y Colinas de las Iguanas (Ciudad Nueva) “I”. Según funcionarios de la M.I. Municipalidad del cantón, en la actualidad se encuentra saturada la zona “I” y; aunque las tendencias de ocupación de suelo para las otras aún no se definen completamente, se muestra una fuerte consolidación progresiva en la zona “F”, donde se prevé un término aproximado hasta dentro de veinte y un años⁵⁵ * con una densidad habitacional baja de 199hab/ha. La zona “F”, marcada en amarillo en la **figura4**, está definida desde km10 (Puerto Azul) hasta el km26 (Embalse Chongón “Parque el Lago”) de la autopista Guayaquil-Salinas y tendrá, según el **Proyecto de modelo territorial metropolitano bipolar Guayaquil-Posorja**, una superficie total residencial de 2.425,88has.



Figura4: En amarillo, Zona “F”: Chongón.⁵⁶

⁵⁵* Este dato es una corrección cronológica de la información citada en el **Proyecto de modelo territorial metropolitano bipolar Guayaquil – Posorja**, en donde se indica que se “receptarían cerca de 480.000 habitantes en los próximos 25 años” a partir del año 2008.

⁵⁶ Imagen tomada de: **M.I. Municipalidad de Guayaquil: Proyecto de modelo territorial metropolitano bipolar Guayaquil – Posorja; estudios preliminares sobre desarrollo urbano, Tramo A. - año 2008.**



Los lugares todavía no urbanizados son espacios reservados como macro-lotes para llevar a cabo el crecimiento de la ciudad mediante eventual parcelación, no obstante, el sector posee características ambientales sui-géneris que configuran su microclima: Hacia el lado norte de la vía se encuentra la cordillera Chongón Colonche^{57*} con el Cerro Azul y su bosque protector Cerro Blanco con vegetación de tipo “seco-tropical”, actualmente explotada por usos extractivos y canteras; expertos afirman que este accidente orográfico es un auténtico almacén de las aguas lluvias y un agente modificador de los vientos locales. Hacia el lado sur se encuentra la mayor parte del desarrollo residencial, en menor grado industrial y educativo; este lado desde el km10 (Urb. Puerto Azul) hasta el km18 (G.I.R.) está relacionado con la presencia cercana de los manglares y los ramales del estero Salado: Plano seco, Las Tres Bocas, Mongón, Puerto Hondo y Río Chongón.

En base a lo anterior y en congruencia con las proyecciones a mediano plazo de ocupación y usos de suelo planificadas por la M.I. Municipalidad, quien también descarta escenarios de asentamientos urbanos informales para el sector, es factible tomar a la zona “F” como área de propuesta de un plan de manejo ambiental por tratarse de un sitio en vías de consolidación que aún tolera la inclusión de contemplaciones de conservación y remediación ambiental sobre la marcha de la planificación.

^{57*} Según la cartografía disponible, entre el km10 y el km18 de la vía Guayaquil-Salinas, la distancia media de la cota +40msnm del cerro hasta el eje de la vía (+5msnm aproximadamente) es de 500m; en adelante supera los 1000m.



MÉTODOS, INSTRUMENTALIZACIÓN Y RECURSOS.

Método

Como antes pudo apreciarse, el presente trabajo está estructurado en cuatro etapas progresivas de información que deberán ser abordadas bajo diferentes estrategias metodológicas para garantizar su correcta vinculación. En la fase I se aplica la técnica documental en la recopilación pertinente de información bibliográfica y se definen áreas de investigación y de planteamiento de soluciones (área de propuesta) que, en su momento, serán tratadas bajo la modalidad del estudio casuístico; esto implica la toma de una muestra cuyo cálculo aritmético no es procedente en vista de que no hay uniformidad en el perfil térmico de cada sector de la ciudad y, en consecuencia, no todos ellos pueden gozar de la misma probabilidad de participar en un estudio de UHI. Con esto queda resuelto que se aplicará el muestreo no probabilístico incidental ya que en la **figura2** se tienen identificados con claridad los sitios afectados por el UHI.

Así, para establecer la línea base, habrá que recopilar información de campo en los sitios de estudio elegidos, tal actividad consistirá en el fichaje de los datos tomados de la observación directa del fenómeno con la ayuda de equipos. La información levantada solamente será útil si existen medios de referencia, por tanto, se dará lugar al registro simultáneo en una estación fija y en una estación móvil, para este último caso se utilizará la técnica de los transectos.

La técnica de transectos en recorrido vehicular supone el trazado de rutas por sectores semejantes para optimizar y no distorsionar la veracidad de los datos recogidos, pues el UHI en un mismo punto es variable durante el transcurso del día a causa de la liberación constante de energía. Con esto aclarado, se asumirán como lógica de trabajo las siguientes recomendaciones:

1. La longitud del transecto estará determinada por la extensión de la avenida principal del sector y no debe tardar en completarse más allá de treinta minutos.
2. Las mediciones de campo se realizarán siempre con los mismos instrumentos a una separación de 1.50m del suelo (estándar



meteorológico⁵⁸), los resultados reportados serán los promedios aritméticos de al menos diez lecturas por punto^{59*}.

3. Se tomarán registros en los mismos puntos de cada transecto por varios días consecutivos y aproximadamente a la misma hora para determinar tendencias representativas de la magnitud del UHI.
4. Los registros deben tomarse en lugares en donde no se produzca distorsión alguna por la acción del viento, precipitación o agentes térmicos ocasionales, esto incluye no proceder cuando el vehículo se encuentre en movimiento o cuando exista cercanía con el radiador de algún otro automotor (se descarta la toma de datos cuando exista congestión vehicular).

Esta investigación asumirá que las mini-islas de calor a estudiarse en la ciudad estarán representadas por los transectos que funcionan como una sección longitudinal del fenómeno, cuyo éxito radica en la simplificación de recorridos para cumplir con las instrucciones anteriores; la **figura5** es el mapa parcial más actualizado que se dispone de Guayaquil en donde se muestra, por medio de líneas segmentadas, el recorrido de cada transecto.

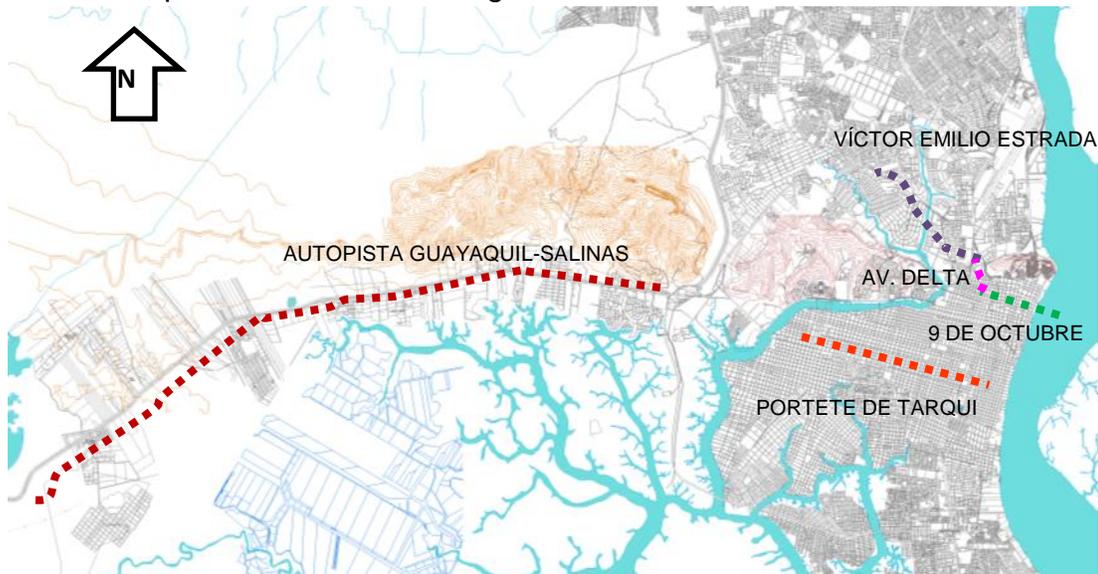


Figura5: Mapa de transectos.^{60*}

⁵⁸ Valor tomado de: **Dos ejemplos de gradientes térmicos elevados en superficies naturales y artificiales en verano**, <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2573461>

^{59*} Los equipos adquiridos son de marca La Crosse Technology y actualizan las lecturas cada cuatro segundos.

^{60*} Imagen de elaboración propia a partir del plano de la red vial fundamental de la M.I.M.G.



Transecto	Color de línea	Puntos de muestreo	Longitud total [m]
Blvd. 9 de octubre		01 - 23	1923,12
Av. Delta		24 - 29	334,60
Víctor Emilio Estrada		30 - 41	3810,62
Portete de Tarqui		42 - 47	4570,33
Autopista Guayaquil-Salinas		49 - 63	16002,89

Cuadro2: Listado de transectos.

Como se aprecia en el **cuadro2**, además del color, puede identificarse a cada transecto por el nombre de la calle que recorre, o por los puntos de muestreo que contiene. Se entenderá que cada punto estará localizado exactamente en la intersección de dos ejes viales, para lo que se establecerá un sistema de coordenadas cartesianas con origen en la intersección de las líneas de lindero de los dos frentes del solar del edificio Banco La Previsora (esquina norte de Blvd. 9 de octubre y malecón Simón Bolívar) como se muestra en la **figura6**; para obtener la localización de cada punto, ver el **anexo A2**.

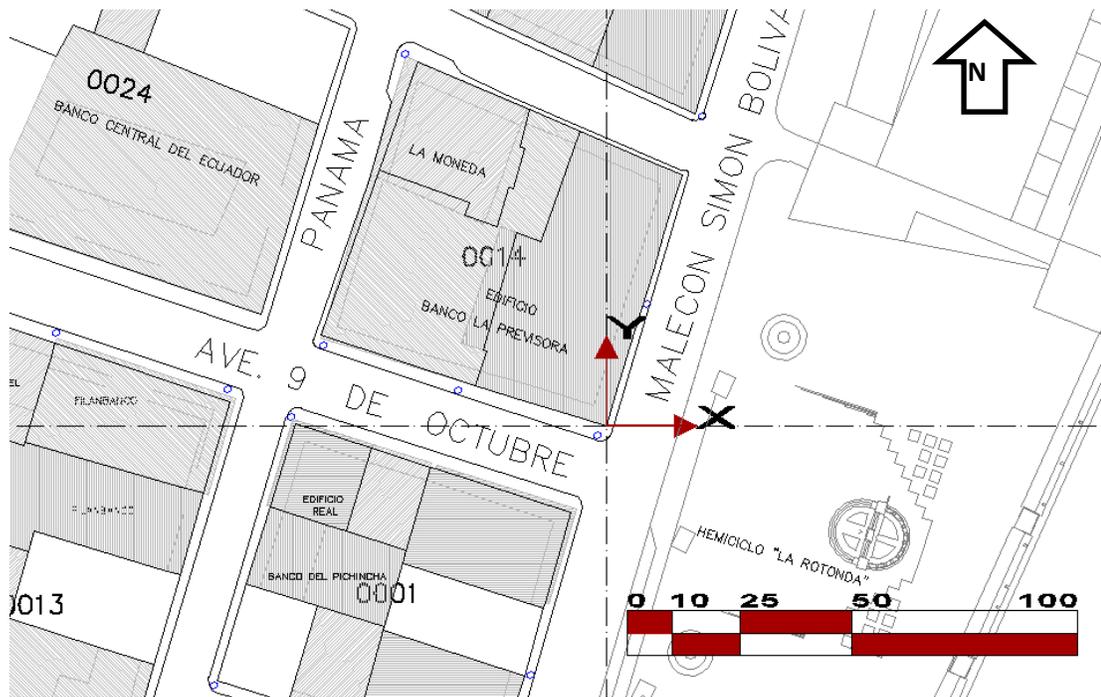


Figura6: Ubicación del punto de origen de las coordenadas cartesianas.^{61*}

^{61*} Imagen de elaboración propia a partir del plano de catastro de la M.I.M.G.



El transecto "Blvd. 9 de octubre" (01-23) comienza en la av. malecón Simón Bolívar y termina en la av. Tungurahua; el transecto "Av. Delta" (24-29) comienza en la calle Gral. Antonio Páez y termina en la av. del Libertador; el transecto "Víctor Emilio Estrada" (30-41) inicia en la intersección de la av. John Fitzgerald Kennedy con la Av. Delta y termina en la calle Laureles; el transecto "Portete de Tarqui" (42-47) inicia en la av. Quito y termina en la av. Vicente Ramón Roca y; finalmente, el transecto "Autopista Guayaquil-Salinas" (48-63) empieza en el km10 y termina en el km26. En total se establecen sesenta y tres puntos de muestreo (del 01 al 63) que, en el caso de (01-23), (24-29) y (30-42), representan a cada una de las intersecciones viales posibles; mientras que para (42-47), debido a la homogeneidad urbana, se tomaron seis puntos y; para (48-63), se tomará lecturas por cada kilómetro de recorrido.

La fase II contempla el diagnóstico de los datos reunidos, esto demanda el empleo del método analítico-sintético con herramientas computacionales como hojas electrónicas y programas CAD; las conclusiones que se obtengan servirán para alimentar una base de datos de patrones de comportamiento térmico urbano que serán tratadas como premisas en la fase III, bajo el método lógico deductivo, para la predicción del impacto térmico en un escenario hipotético de la zona de propuesta.

Al final, los datos anteriores habrán determinado particularidades típicas o hipotéticas de cada zona de estudio, lo que torna necesaria la aplicación del razonamiento inductivo para completar la fase IV, pues el enfoque arquitectónico de esta investigación demanda la provisión de generalidades referenciales (criterios arquitectónicos) de tratamiento para los nuevos asentamientos urbanos y proyectos arquitectónicos.

Herramientas e instrumentos

De manera general la presente investigación contará con dibujos digitalizados de elaboración propia o modificados a partir de otras fuentes para la respectiva identificación, localización, demostración e ilustración de los fenómenos ambientales.

Tanto la información bibliográfica preliminar como la citada en referencias varias serán recuperadas directamente desde los artículos digitales publicados en la web.



En el proceso de selección de casos de estudio se trabajará con la “**imagen satelital IR de Guayaquil**” provista por la M.I. Municipalidad (**figura2**) y se utilizará una “**tabla de verdad**” en la que se especifiquen las condiciones que los diversos sectores de la ciudad deben cumplir para calificar como UHI.

La investigación de campo estará basada en el registro meteorológico *in situ* y en una referencia fija; el primer caso se trata de la estación móvil que contará con un equipo termo-higrómetro de bolsillo “**La Crosse Technology TX29UDTH-IT**” con su respectiva garita meteorológica portátil y un automóvil para realizar recorridos a lo largo de los transectos; la referencia fija está formada por los datos meteorológicos en tiempo real de acceso público^{62*}. La información registrada en la ficha de relevamiento será sistematizada en la hoja electrónica “**Microsoft Excel 2007**” para diagramar las gráficas respectivas.

Para preparar la información requerida en el análisis de datos es preciso también efectuar el modelado tridimensional de los sectores de estudio en base a la información disponible en la “**cartografía catastral de la M.I. Municipalidad**”, esto será posible con la ayuda del programa “**Autodesk AutoCad 2011**”; después se exportará el archivo CAD al programa “**Autodesk Ecotect Analysis 2011**” en donde se obtendrá la proyección estereográfica de los puntos de toma de datos a nivel del suelo. Por último, se exportarán tales proyecciones al programa “**SVF Calculator**” en formato de imagen para determinar el factor de cielo visible.

Una vez ordenados los datos estadísticos obtenidos en sitio y la información derivada de los cálculos informáticos, se procederá con la generación de los modelos numéricos de regresión y de predicción con la ayuda del programa “**Microsoft-Excel2007**”.

^{62*} El siguiente sitio web brinda acceso público a los promedios horarios de todos los indicadores meteorológicos registrados en la estación del aeropuerto José Joaquín de Olmedo de Guayaquil.
http://www.tutiempo.net/Tiempo_24_Horas/Guayaquil_Simon_Bolivar/SEGU.html



Identificación de recursos

Cartográficos:

- M.I. Municipalidad de Guayaquil.- Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registro (DUAR):
 - **Plano catastral indicativo de altura de edificaciones.**
- Instituto Geográfico Militar (IGM):
 - **Planos topográficos del Cerro Azul.**

Registros meteorológicos:

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI):
 - **Información histórica del tiempo meteorológico.**
- AEROPUERTO INTERNACIONAL JOSÉ JOAQUÍN DE OLMEDO:
 - **Información horaria del tiempo meteorológico actual.**

Base legal:

- M.I. Municipalidad de Guayaquil.- Dirección de Ordenamiento de Infraestructura Territorial (DOIT):
 - **Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil.**
 - **Ordenanza sustitutiva de edificaciones.**

Humanos:

Para la toma de datos térmicos por transectos se contempla la participación de dos personas: un conductor de vehículo particular ligero y otro que registre los datos en la ficha (el autor). El resto de la investigación será responsabilidad exclusiva del autor.



LÍNEA BASE AMBIENTAL

Esta etapa consiste en el levantamiento de la información relacionada con el estado actual de las diferentes áreas de investigación de la ciudad de Guayaquil que; como ecosistemas urbanos intervenidos, pueden ser representados por la descripción de los medios socio-económico, físico y biótico que puedan detectarse dentro del recorrido de cada transecto. Cabe indicar que para esta investigación el medio físico es el más importante, por cuanto provee de información sobre coberturas urbanas y sus gradientes térmico y geométrico.

Las **figuras 7, 10, 13 18 y 23** muestran los planos de las zonas a las que pertenece cada transecto; en color magenta y con línea segmentada se indica el recorrido; en verde las áreas verdes existentes, en celeste los cuerpos de agua y en blanco las vías; estos planos trabajan en conjunto con el **anexo A2** para identificar los puntos de toma de muestras de cada transecto y su respectiva ubicación con respecto al origen definido para esta investigación.

En adelante, buena parte del texto tiene que ver con la presencia de los materiales de acabado superficial y su composición subyacente; el **cuadroA1a-03** del **anexoA1a** traduce la codificación empleada para designar a los materiales encontrados en las muestras.



TRANSECTO 01-23: BLVD. 9 DE OCTUBRE.

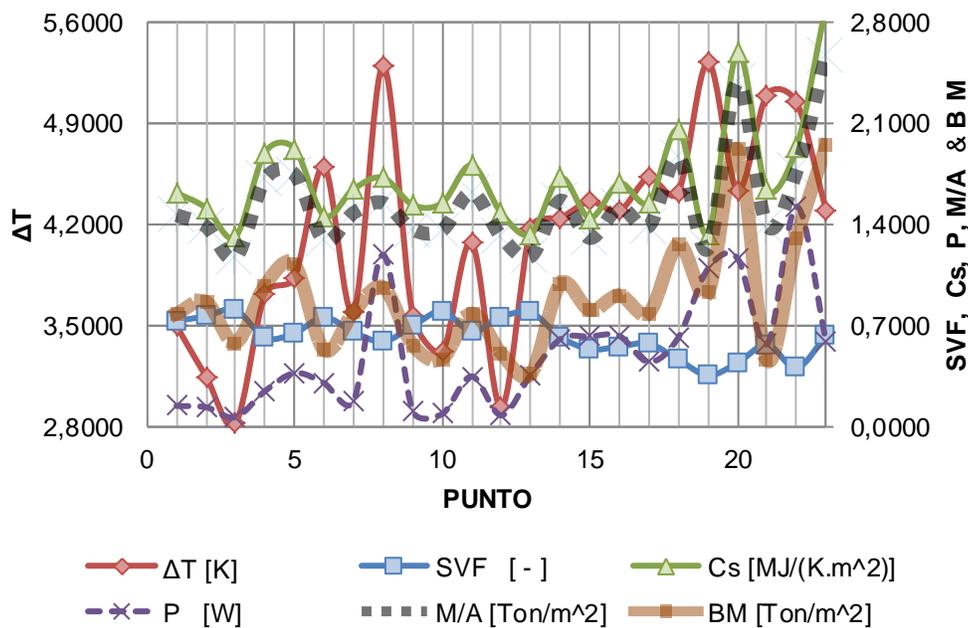
La **figura7** será de utilidad para visualizar el recorrido del transecto T:01-23 por el centro de la ciudad y comprender las explicaciones siguientes.



Figura7: Transecto 01-23 (Blvd. 9 de octubre).^{63*}

El **diagrama2** describe la distribución espacial de las variables que representan las características de los diferentes medios del T:01-23.

**Distribución espacial de:
 ΔT , SVF, Cs, P, M/A y BM en T:01-23.**



^{63*} Imagen de elaboración propia a partir del plano de catastro de la M.I.M.G.



Medio Socio-económico

La ordenanza de edificaciones y construcciones vigente califica al sector como "ZC" (zona central) y admite fundamentalmente usos de hospedaje, comercio al por menor, asociaciones comerciales y laborales y servicios culturales; esto define su carácter comercial y lo condena a mantener densidades flotantes de tránsito peatonal y vehicular con fuerte movimiento durante el día y desolación total durante la noche. Como es de esperarse, existen congestiones frecuentes en horas y fechas pico, en donde se incrementa la generación de calor antropogénico ocasionado por las personas y vehículos, no se dispone de mecanismos para medir el flujo radiante.

Medio Físico

Como vía principal, el Blvd. 9 de octubre presenta un entorno altamente urbanizado; no obstante, en los puntos **01**, **11**, **12** y **23** del T:01-23 existen parques urbanos intervenidos. El punto **01** es el único que tiene relación con un cuerpo natural de agua inmediato (río Guayas) cuya presencia contribuye a mitigar las altas temperaturas urbanas diurnas por el mecanismo de refrigeración evaporativa en conjunción con el elevado albedo del agua, además de que el río funciona como ruta de circulación expedita para los vientos prevalecientes.

En el T:01-23 existen dos zonas urbanas establecidas por la ordenanza; desde el punto **01** hasta el **17** se denomina "ZC3", mientras que desde el **17** hasta el **23** cambia a "ZC4"; la primera permite COS0.80, CUS8.00 y altura máxima de 4F^{64*}; mientras que la última tolera COS0.70, CUS6.00 y altura máxima de 2F; esto verifica la elevada intensidad de urbanización.

Coberturas urbanas

La **figura8** muestra los materiales predominantes en las coberturas urbanas del transecto, en este caso se trata de un sector sometido a regeneración urbana y es común la presencia de adoquines de concreto multicolor (predominantemente en gris y rojo oscuro) colocados sobre viejas calzadas de hormigón o asfalto, además de veredas revestidas de porcelanato rojo.

⁶⁴ *En adelante "F" es la abreviación de "frente del lote", y cualquier número antecedente indica la cantidad de veces que puede repetirse F según lo permitido por la ordenanza.



Figura8: Coberturas urbanas del **T:01-23**. Foto tomada en Blvd.9 de octubre y Chimborazo.

El **cuadro3** indica las proporciones intervinientes de cada material en el área total muestreada para el **T:01-23**. El 46.60% de la superficie muestreada está ocupada por la masa térmica de los edificios; el 21.50% responde a adoquines de hormigón, el 13.77% es porcelanato rojo en veredas, el 1.76% es de áreas verdes y el porcentaje restante es de materiales varios de recubrimiento de calzadas; el **cuadroA4-01** del **anexo4** tiene más detalles.

	Cód.	Material de cobertura	$\Sigma A_{mat}/\Sigma A_H$ [%]
TRANSECTO T:01-23	j	porcelanato rojo	13,77%
	j+1	hormigón simple	6,90%
	j+2	hormigón armado	0,00%
	j+3	hormigón asfáltico	8,35%
	j+4	adoquín vehicular de hormigón	21,50%
	j+5	césped	1,76%
	j+6	agua	0,00%
	j+7	terreno natural	0,00%
	j+8	adoquín peatonal de arcilla	1,12%
	k-1	adoquín vehicular de arcilla	0,00%
	OS	ocupación del suelo	46,60%
	TOTAL		100,00%

Cuadro3: Porcentajes de intervención de los materiales en el muestreo de **T:01-23**.

Como ya se explicó en otra sección, los materiales de cobertura son, por supuesto, tan sólo una parte de la masa térmica interviniente a nivel del suelo; por ello debe entenderse que el nombre indicado representa a todo el conglomerado de materiales existentes hasta 61cm por debajo del nivel de acabado.



Isla de calor en expansión

El **diagrama2** determina la variación espacial de la masa en toneladas por unidad de superficie (**M/A**): en todo el transecto se tiene un promedio de 1.5508; el punto más pesado es el **01** con una lectura de 2.5728 y el más ligero es el **21** con un valor de 1.1712, ver **A6a-01** del **anexo6a** y **A13-01** del **anexo13**. De la misma forma, se aprecia en el mismo diagrama la masa de edificios por unidad de superficie de muestra (**BM**); el promedio del transecto es de 0.8979, el mayor valor es de 1.9448 en el punto **01** y el mínimo es de 0.3667 en el punto **11**, ver **A6b-01** del **anexo6b** y **A14-01** del **anexo14**.

El **diagrama2** describe la capacidad calorífica por cada metro cuadrado de muestra (**Cs**): el valor medio del transecto equivale a 1.7275; el punto que presenta mayor capacidad térmica por metro cuadrado es el **01** con un valor de 2.9212, mientras que el menor es el punto **21** con un valor de 1.3175. El detalle de los datos está disponible en **A8-01** del **anexo8** y **A15-01** del **anexo15**.

El **diagrama2** también expresa la evolución de la liberación del calor (**P**) almacenado por los materiales de cobertura del **T:01-23**. El valor promedio del transecto es de 0.5011; el máximo valor corresponde a 1.5247 y se halla en el punto **02**, mientras que el mínimo es de 0.0678 y se encuentra en el punto **21**; ver **A9-01** del **anexo9** y **A16-01** del **anexo16**.

Gradiente geométrico

Para efectos gráficos, se empleó el **T:01-23** como plano de corte longitudinal para obtener dos secciones longitudinales del Blvd. 9 de octubre, una con dirección visual NEN y la otra con vista hacia SWS. La **figura9** permite ver que existe una disminución progresiva de la altura de los edificios de E a W.

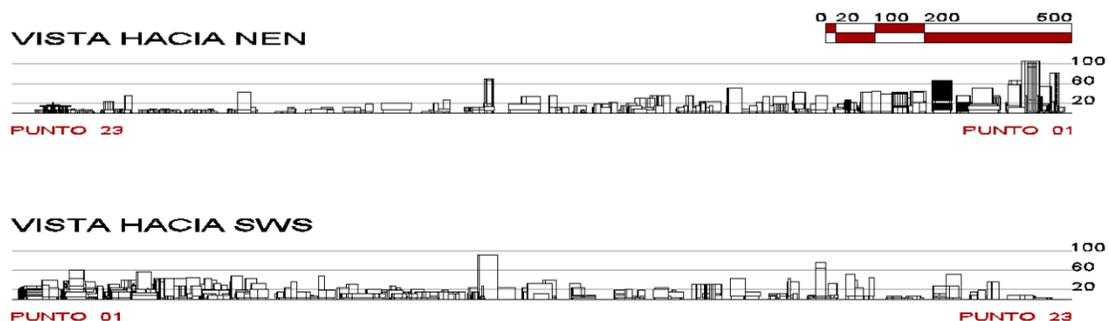


Figura9: Gradiente geométrico del **T:01-23**.^{65*}

⁶⁵ * Imagen de elaboración propia a partir del levantamiento 3D del plano de catastro de la M.I.M.G.



Isla de calor en expansión

Los datos del perfil geométrico de cada punto se encuentran en **A10-01** del **anexo10** y **A17-01** del **anexo17**, de donde se calcula que el **SVF** promedio del **T_{:01-23}** es de 0,629; el mínimo valor es de 0,358 y se ubica en el punto **05**; mientras que el máximo es de 0.810 y se ubica en el punto **21**, ver **diagrama2** para entender la distribución espacial del **SVF**. Es interesante encontrar que, aun cuando **01**, **03**, **11**, **12** y **23** tienen un valor **SVF** elevado porque son parques urbanos o plazas, no necesariamente responden a los valores máximos debido a la presencia de la copa de los árboles que también bloquean la visual hacia el cielo.

Gradiente térmico

Al ingresar la información de **A12-01** del **anexo12** y **A18-01** del **anexo18** en el **diagrama2** se obtiene una idea de la distribución espacial de las temperaturas (ΔT) en el **T_{:01-23}**; de manera general puede decirse que los promedios de las diferencias de temperaturas con respecto a la estación fija tienden a incrementarse desde el punto **23** hacia el punto **01** (se intensifica hacia los edificios más altos). El sector presenta una diferencia de temperaturas promedio de 4.1157K, la diferencia más elevada se registra en el punto **05** con 5.3223K, mientras que la mínima está en el punto **21** con 2.8250K. Las temperaturas más frescas se producen en los puntos cercanos a áreas verdes con árboles altos y frondosos, mientras que las más fuertes aparecen en los lugares con **SVF** mayor y con cercanía al río Guayas.

Medio Biótico

Debido al alto grado de urbanización con presencia del hombre, el **T_{:01-23}** no alberga fauna ni flora destacable; en los parques urbanos existen tortugas, iguanas, reptiles pequeños y aves e insectos urbanos, mientras que en la avenida regenerada sólo es posible apreciar especies vegetales introducidas de altura mediana como la palma botella enana, acacia amarilla, neem, etc.



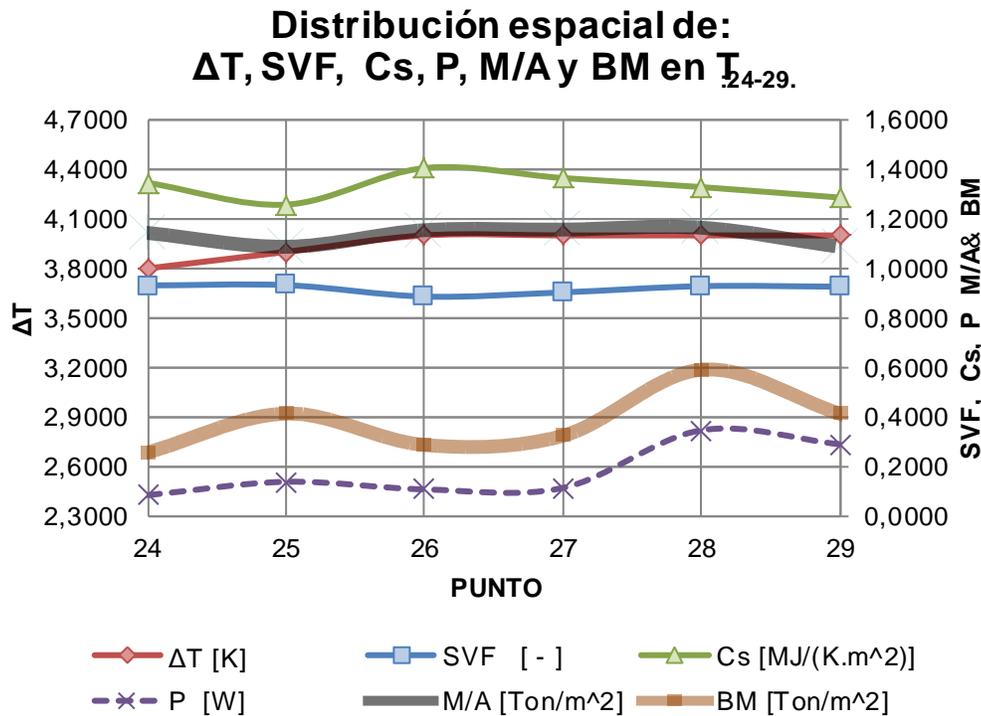
TRANSECTO 24-29: AV. DELTA.

La **figura10** ilustra el pequeño recorrido del transecto **T:24-29** por la avenida Fortunato Safadi Emén, más conocida como Av. Delta.



Figura10: Transecto 24-29 (Av. Delta).^{66*}

El **diagrama3** contiene la distribución espacial de las variables que representan las características de los diferentes medios del **T:24-29**.



⁶⁶ * Imagen de elaboración propia a partir del plano de catastro de la M.I.M.G.



Medio Socio-económico

Según la ordenanza de edificaciones, la Av. Delta recibe el tratamiento de “CC-2(E)”, mientras que el sector al que pertenece (Ciudadela Bolivariana y ciudadela Universitaria) responde a las regulaciones de “ZR-2(B)”; como corredor comercial los usos posibles de suelo consisten en viviendas, servicios personales, lugares de alojamiento, comercio al por menor, restaurantes y servicios culturales. La compatibilidad mencionada garantiza el uso perenne del sector, la circulación peatonal y vehicular es constante debido a la actividad estudiantil y comercial desde las 07h00 hasta aproximadamente las 22h00, y con ello se presentan tres horas de fuerte congestión vehicular: 12h00, 19:00 y 22:00.

Medio Físico

El corredor comercial de la Av. Delta permite manejar COS0.80, CUS2.50 y una altura máxima 1.50F, lo que posibilita la existencia de edificaciones de una y dos plantas. Hacia el lado norte (ciudadela Universitaria), los puntos **24**, **25** y **29** presentan árboles frondosos; particularmente el punto **24** tiene proximidad con el humedal formado por el estero Ramal que se seca cuando baja la marea y produce malos olores, allí hay una franja de manglar; la Av. Delta es una vía que tiene palmeras enanas en su angosto parterre central. En cuanto a infraestructura visible, en el punto **24** existe una estación de bombeo de INTERAGUA.

Coberturas urbanas

La **figura11** delata la existencia predominante de materiales familiares del concreto en las coberturas de suelo; la calle tiene un revestimiento de hormigón asfáltico sobre la calzada vieja de hormigón mientras que los parterres y veredas son de hormigón simple paletado. Estos datos se pueden corroborar al revisar el **cuadro4**, que está basado en **A4-02** del **anexo A4**, en donde se constata que el 23.84% de la superficie muestreada en el transecto responde a hormigón simple, el 10.84% es hormigón armado visto, el 21.74% es de hormigón asfáltico, el 1.91% áreas verdes y el 41.67% está ocupado por la masa térmica de edificios.



Figura11: Coberturas urbanas del T:24-29. Al fondo la universidad desde la Av. Del Libertador.

	Cód.	Material de cobertura	$\Sigma A_{mat}/\Sigma A_H$ [%]
TRANSECTO T:24-29	j	porcelanato rojo	0,00%
	j+1	hormigón simple	23,84%
	j+2	hormigón armado	10,84%
	j+3	hormigón asfáltico	21,74%
	j+4	adoquín vehicular de hormigón	0,00%
	j+5	césped	1,91%
	j+6	agua	0,00%
	j+7	terreno natural	0,00%
	j+8	adoquín peatonal de arcilla	0,00%
	k-1	adoquín vehicular de arcilla	0,00%
	OS	ocupación del suelo	41,67%
	TOTAL		100,00%

Cuadro4: Porcentajes de intervención de los materiales en el muestreo de T:24-29.

El **diagrama3** contiene la evolución espacial de la masa en toneladas por unidad de superficie (**M/A**): el promedio de los valores puntuales del transecto es de 1.1323; el punto con mayor peso es el **28** con una lectura de 1.1643 y el más ligero se encuentra en **29** con un valor de 1.0871, ver cuadro **A6a-02** del **anexo6a** y **A13-02** del **anexo13**. Dentro del este diagrama se aprecia que el promedio de masa de edificios por unidad de superficie (**BM**) es de 0.3799 el punto más pesado arroja un valor de 0.5901 y está en **28** y el mínimo es de 0.2559 y está en **24**, ver **A6b-02** del **anexo6b** y **A14-02** del **anexo14**.



Isla de calor en expansión

En cuanto a la distribución espacial de los efectos calóricos de la masa térmica interviniente en cada metro cuadrado de muestra (**Cs**) del **T:24-29**, el **diagrama3** muestra que el valor promedio equivale a 1.3317, el máximo resulta en 1.4058 y está ubicado en el punto **26**, mientras que el mínimo es de 1.2580 y se encuentra en el punto **25**; los datos originales pueden hallarse en **A8-02** del **anexo8** y **A15-02** del **anexo15**.

El **diagrama3** además muestra la distribución de la potencia irradiada (**P**) del **T:24-29**; el promedio del transecto es de 0.1786, el máximo es de 0.3451 y se encuentra en el punto **28**, por su parte el mínimo es de 0.0828 y está en el punto **24**; ver **A9-02** del **anexo9** y **A16-02** del **anexo16**.

Gradiente geométrico

El **T:24-29** presenta perfiles similares, lo que resulta en un gradiente geométrico muy regular, la **figura12** también se vale del recorrido del transecto como plano de corte longitudinal para obtener dos vistas: una hacia el este noreste y otra hacia el oeste suroeste.



Figura12: Gradiente geométrico del **T:24-29**.

Según los datos de perfil geométrico de **A10-02** del **anexo10** y **A17-02** del **anexo17**, el **SVF** promedio del **T:24-29** es de 0,918; el mínimo valor es de 0,886 y se ubica en el punto **26**; mientras que el máximo es de 0.932 y se ubica en el punto **25**. Es evidente que la visibilidad del cielo en el **T:24-29** es elevada. Ver **diagrama3** para comprender la distribución espacial del **SVF**.



Gradiente térmico

El $T_{:24-29}$ presenta una diferencia promedio de temperaturas (ΔT) de 3.9250K, los puntos más calurosos son del **26** al **29** con 4.00K; mientras que la diferencia más fresca de temperaturas es de 3.80K y se presenta en el punto **24**, que tiene relación con el humedal y está próximo a árboles frondosos. No obstante, al comparar los datos indicados, es notorio que las partes naturales del $T_{:24-29}$ no intervienen de manera efectiva como sumideros de calor. El **diagrama3** muestra la distribución térmica-espacial del transecto en mención y su tabulación se encuentra en **A12-02** del **anexo12** y **A18-02** del **anexo18**.

Medio Biótico

De manera similar al transecto anterior, el sector del $T_{:24-29}$ se encuentra altamente urbanizado, pero destaca la presencia de áreas verdes como parte de la ambientación de la universidad con predominancia de especies rastreras, arbustivas y unos cuantos árboles de acacias y samanes. En el estero Ramal, que tiene cercanía con el punto **24**, se aprecia la presencia nativa de una franja de mangles rojos con fauna habitante de garzas, zorros y peces de agua dulce.



TRANSECTO 30-41: AV. VÍCTOR EMILIO ESTRADA.

La **figura13** muestra el paso del T_{:30-41} a lo largo de la Av. Víctor Emilio Estrada por el barrio de Urdesa central al norte de la ciudad.

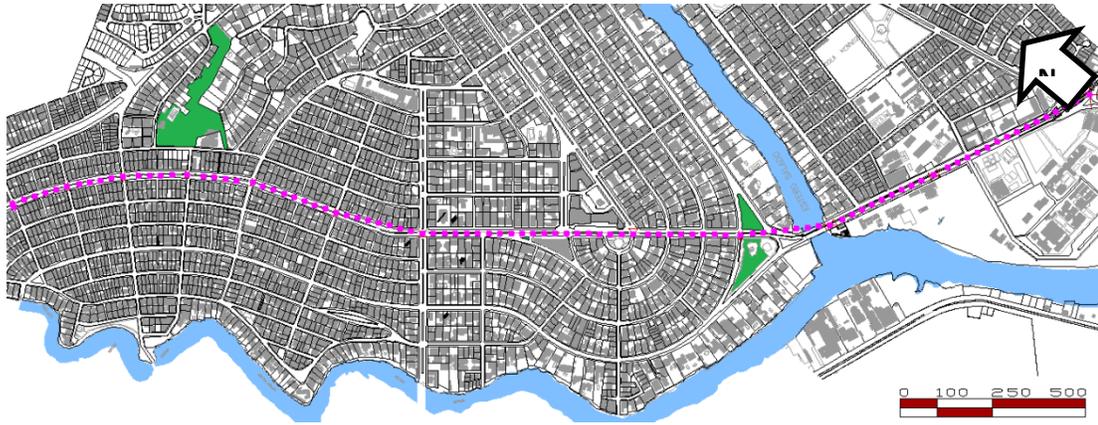
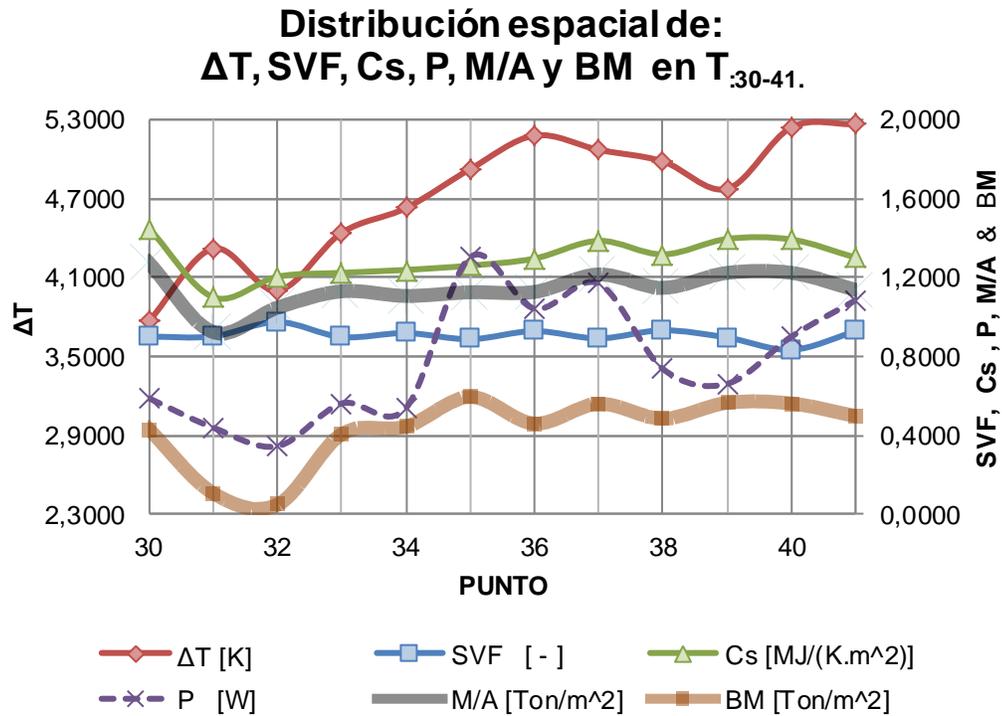


Figura13: Transecto 30-41 (Víctor Emilio Estrada).^{67*}

El **diagrama4** describe la distribución espacial de las variables que representan las características de los diferentes medios del T_{:30-41}.



⁶⁷ * Imagen de elaboración propia a partir del plano de catastro de la M.I.M.G.



Medio Socio-económico

El barrio de Urdesa central está catalogado según la ordenanza como ZR-2(A) y; su vía principal, la Av. Víctor Emilio Estrada es un CC-VE. Urdesa está considerado como barrio residencial de élite porque allí habitan personas de la clase pudiente; como corredor comercial permite usos de vivienda, supermercados, comercio minorista, servicios técnicos profesionales y finanzas. Existe una fuerte actividad comercial de 09h00 a 18h00, aunque es posible encontrar abiertos algunos negocios y bares de expendio de bebidas hasta las 00h00.

Medio Físico

El transecto está completamente urbanizado con edificaciones de hasta cuatro pisos e intensidades de uso de suelo congruentes con los COS0.80, CUS2.60 y altura máxima 0.70F dictados por la ordenanza. El $T_{:30-41}$ se desarrolla aproximadamente de forma paralela al ramal NW del estero Salado, con una separación media de 300m desde el punto **32** al **41**. En el punto **33** la Av. Víctor Emilio Estrada fracciona el parque de Urdesa. En toda la longitud del $T_{:30-41}$ es posible encontrar árboles de mediana altura en el parterre central de la vía.

Coberturas urbanas

La **figura14** es una toma del $T_{:30-41}$ antes del punto **35** se aprecian los materiales típicos que se emplean para las obras de regeneración urbana en la ciudad, por lo que predominan los adoquines de concreto de color oscuro (rojos y grises) y las veredas revestidas de porcelanato rojo.



Figura14: Coberturas urbanas del transecto 30-41 entre los puntos **34** y **35**.

La **figura15**, por su parte, deja ver que después del punto **35** ya no hay presencia de regeneración urbana, la calzada tiene una cobertura de hormigón asfáltico y las veredas son de hormigón simple paletado.



Figura15: Coberturas urbanas del transecto 30-41 entre los puntos **36** y **37**.

En concreto, de toda la superficie muestreada en el **T:30-41**, el 33.43% es hormigón asfáltico, el 39.63% está ocupada por edificaciones, el 11.86% es hormigón simple y el restante responde a otras coberturas; el **cuadro5** contiene el resumen de lo que puede hallarse en **A4-03** del **anexo4**.



	Cód.	Material de cobertura	$\Sigma A_{mat}/\Sigma A_H$ [%]
TRANSECTO T:30-41	j	porcelanato rojo	3,77%
	j+1	hormigón simple	11,86%
	j+2	hormigón armado	0,00%
	j+3	hormigón asfáltico	33,43%
	j+4	adoquín vehicular de hormigón	6,83%
	j+5	césped	4,47%
	j+6	agua	0,00%
	j+7	terreno natural	0,00%
	j+8	adoquín peatonal de arcilla	0,00%
	k-1	adoquín vehicular de arcilla	0,00%
	OS	ocupación del suelo	39,63%
		TOTAL		100,00%

Cuadro5: Porcentajes de intervención de los materiales en el muestreo de T:30-41.

El **diagrama4** establece el cambio espacial de la masa por unidad de superficie (**M/A**) de cobertura, así, se aprecia que el promedio de los valores es de 1.14; el punto de más peso es el **30** con una lectura de 1.2739 y el más ligero se encuentra en **31** con 0.9231, ver **A6a-03** del **anexo6a** y **A13-03** del **anexo13**. El peso de los edificios por unidad de área (**BM**) presenta un promedio de 0.4291, el valor máximo se verifica en el punto **35** con 0.5936 y el mínimo, en **32** con 0.0474; ver **A6b-03** del **anexo6b** y **A14-03** del **anexo14**.

El **diagrama4** trata sobre la capacidad calorífica por unidad de superficie (**Cs**) de cada punto del T:30-41. El valor promedio que representa al transecto es de 1.2971; el valor máximo de 1.4501 se encuentra en el punto **30** y, el valor mínimo de 1.1001 está en el punto **31**. Los datos ilustrados están referidos a **A8-03** del **anexo8** y **A15-03** del **anexo15**.

También el **diagrama4** trata sobre el reparto espacial del energía irradiada (**P**) del T:30-41. El valor representativo para todo el transecto es de 0.7804, el máximo vale 1.3032 y está situado en el punto **35**, el punto **32** es el de menor valor con 0.3440; más información en **A9-03** del **anexo9** y **A16-03** del **anexo16**.

Gradiente geométrico

Las **figuras 16 y 17** permiten constatar de igual manera la regularidad entre los perfiles geométricos, lo que resulta en un gradiente muy leve. En este



Isla de calor en expansión

caso, debido a que el T:30-41 no es rectilíneo y no puede asumirse un plano de corte que concuerde con su recorrido, se preparan las proyecciones ortogonales en elevación de los lados NE y SW de la avenida.

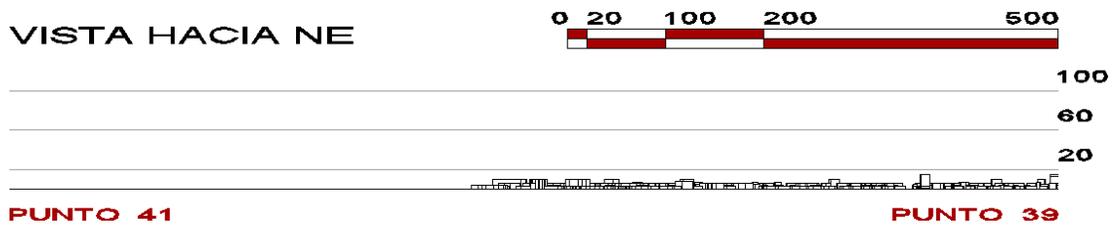
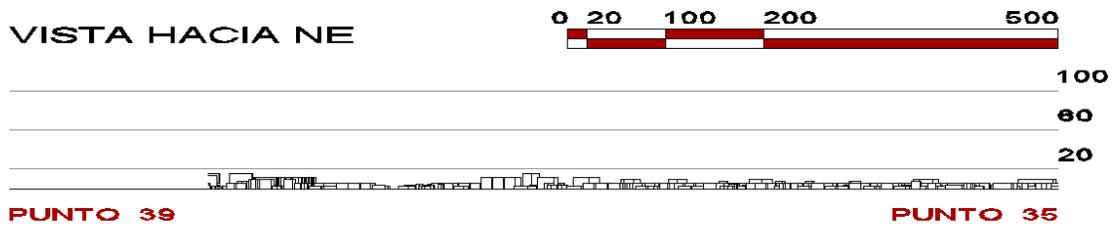
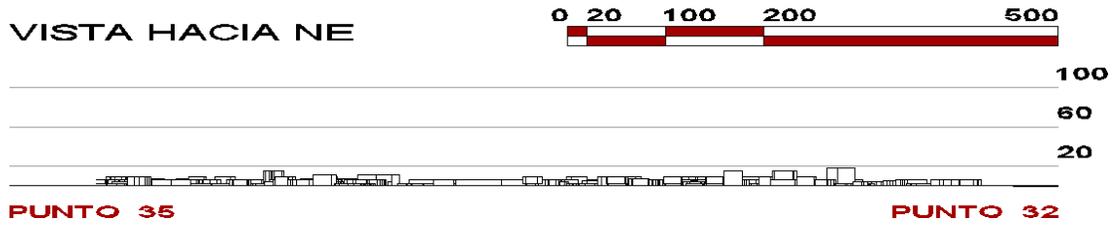
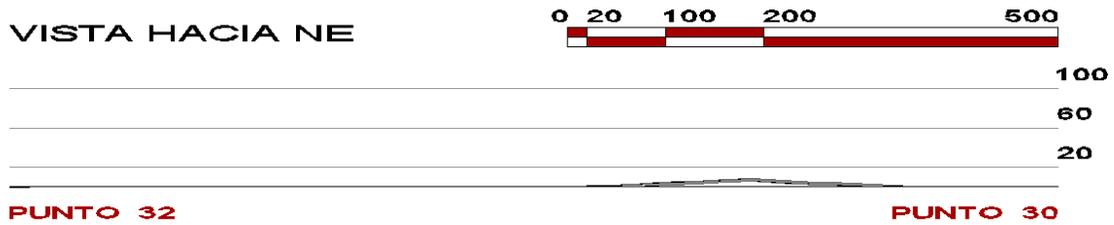


Figura16: Gradiente geométrico del T:30-41 con vista hacia el noreste.

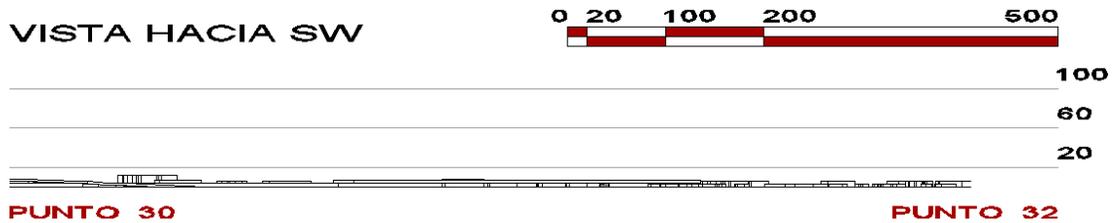
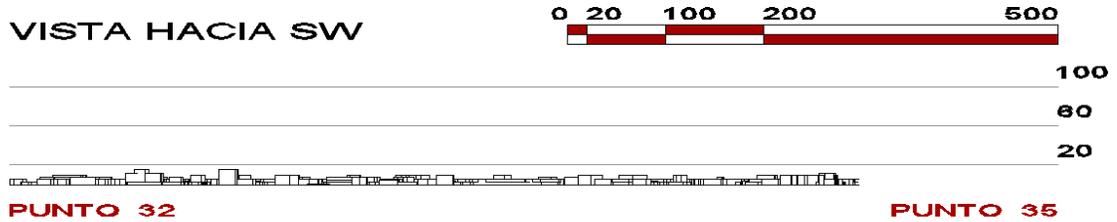
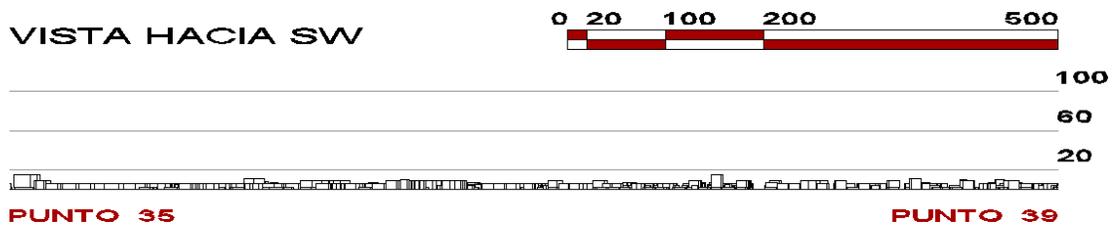
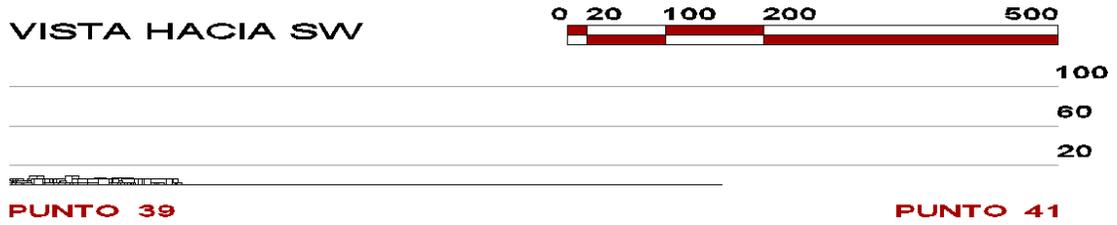


Figura17: Gradiente geométrico del T:30-41 con vista hacia el suroeste.

A10-03 del anexo10 y A17-03 del anexo17 indican que la visibilidad del cielo es elevada; en promedio, el T:30-41 presenta un SVF de 0.907, el SVF máximo es de 0.974 y se ubica en el punto 32, mientras que el SVF mínimo de 0.833



corresponde al punto **40**. Ver **diagrama4** para identificar su variación a lo largo del $T_{:30-41}$.

Gradiente térmico

El gradiente térmico del **diagrama4** delata que existe un diferencia de temperaturas creciente a medida que hay proximidad con el punto **42**, la diferencia promedio de temperaturas (ΔT) en el $T_{:30-41}$ es de 4.7167K; el perfil más fresco se presencia en el punto **30** con 3.7667K, mientras que el más caluroso está en el punto **41** con 5.2667K. El detalle de lo anterior se encuentra en **A12-03** del **anexo12** y **A18-03** del **anexo18**.

Debido a la separación de trescientos metros con el estero, éste no parece tener influencia sobre los patrones de temperaturas urbanas nocturnas.

Medio Biótico

Como antes se mencionó, el $T_{:30-41}$ se encuentra totalmente urbanizado, lo que desplaza la vida nativa de cualquier ecosistema que no sea intervenido. En esta descripción no se tendrá en cuenta al estero Salado debido a lo mencionado sobre éste en la explicación del gradiente térmico; no obstante, hay que mencionar que en el punto **32** existe una franja muy angosta de mangles rojos que bordea la ribera. A lo largo del parterre y veredas de la Av. Víctor Emilio Estrada existen especies vegetales arbóreas introducidas de media altura como neem, palmera fox tail y botella enana, etc.



TRANSECTO 42-47: CALLE PORTETE DE TARQUI.

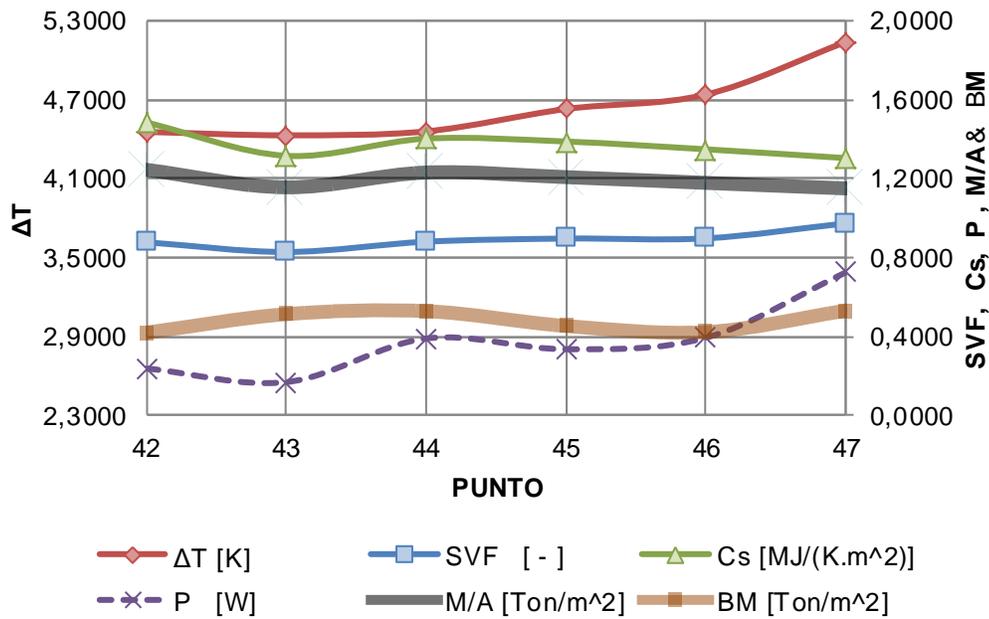
La **figura18** muestra el transecto de la calle Portete de Tarqui en el suroeste de la ciudad.



Figura18: Transecto 42-47 (Portete de Tarqui).^{68*}

El **diagrama5** describe la distribución espacial de las variables que representan las características de los diferentes medios del **T₄₂₋₄₇**.

**Distribución espacial de:
 ΔT , SVF, Cs, P, M/A y BM en **T₄₂₋₄₇**.**



⁶⁸ * Imagen de elaboración propia a partir del plano de catastro de la M.I.M.G.



Medio Socio-económico

El sector al que pertenece el **T_{:42-47}** es el suburbio de la ciudad y tiene como contexto legal la catalogación de ZMR-D (zona mixta residencial) y; como corredor comercial, recibe la compatibilidad de tipo F (CC-F) que incluye usos de vivienda, servicios de reparación, servicios personales, comercio al por menor y al detal y servicios culturales.

La calle Portete es una vía que denota bastante movimiento comercial, pues casi todas las edificaciones tienen adaptado algún tipo de negocio en la planta baja, sin embargo, sus moradores pertenecen a la clase económica baja. Es una calle que goza de iluminación nocturna, por lo que la inseguridad social se traslada a las calles paralelas inmediatas.

Medio Físico

La calle Portete está completamente urbanizada, con un paisaje constante de edificios que oscilan entre una y tres plantas de altura. El punto **47** es el único con relación a un cuerpo de agua natural (Estero Salado); el punto **44** tiene proximidad con un parque urbano altamente intervenido y recubierto en su mayoría de concreto y el punto 42 tiene proximidad con “Parque Forestal” el cual posee amplias superficies de especies rastreras y árboles frondosos.

Coberturas urbanas

Las **figuras 19 y 20** permite constatar la apariencia urbana del sector que prácticamente es constante a lo largo de todo el **T_{:42-47}**. Aun cuando toda la superficie muestreada en algún momento fue objeto de regeneración urbana, los materiales son afines al concreto; así, el 43.24% del suelo está ocupado por edificaciones, el 36.40% responde a cobertura de hormigón asfáltico, el 14.10% es de hormigón simple^{69*} y el 6.27% es de hormigón armado. El **cuadro6** resume la información de **A4-04** del **anexo4**.

^{69*} Las veredas y parterres son de hormigón simple y poseen un detalle lineal de granito lavado; para fines de simplificación, se ha asumido que este último material se suma al área del hormigón simple.



Figura19: Coberturas urbanas del transecto 42-47 (Portete de Tarqui).



Figura20: Coberturas urbanas del transecto 42-47 (Portete de Tarqui).

	Cód.	Material de cobertura	$\Sigma A_{mat}/\Sigma A_H$ [%]
TRANSECTO T:42-47	j	porcelanato rojo	0,00%
	j+1	hormigón simple	14,10%
	j+2	hormigón armado	6,27%
	j+3	hormigón asfáltico	36,40%
	j+4	adoquín vehicular de hormigón	0,00%
	j+5	césped	0,00%
	j+6	agua	0,00%
	j+7	terreno natural	0,00%
	j+8	adoquín peatonal de arcilla	0,00%
	k-1	adoquín vehicular de arcilla	0,00%
	OS	ocupación del suelo	43,24%
		TOTAL		100,00%

Cuadro6: Porcentajes de

intervención de los materiales en el muestreo de T:42-47.



Isla de calor en expansión

El **diagrama5** marca la variación espacial de la masa en toneladas por unidad de superficie (**M/A**): el promedio de los valores de todos los puntos muestreados en el transecto es de 1.1948; el punto con mayor peso es el **42** con una lectura de 1.2446 y el más ligero se encuentra en **47** con un valor de 1.1505, ver **A6a-04** del **anexo6a** y **A13-04** del **anexo13**. También se aprecia la masa de edificios por unidad de superficie (**BM**), el promedio del transecto equivale a 0.4771, el valor máximo se registra en **47** con 0.5301 y el mínimo, en **42** con 0.4189; ver **A6b-04** del **anexo6b** y **A14-04** del **anexo14**.

El **diagrama5** ilustra la evolución espacial de las capacidades térmicas por unidad de superficie (**Cs**) a lo largo del **T:42-47**. El valor representativo de todo el transecto responde a 1.3743; el punto máximo es el **42** con un valor de 1.4848, y el mínimo es el **47** y tiene el valor de 1.3042. Los datos presentados pueden ampliarse en **A8-04** del **anexo8** y **A15-04** del **anexo15**.

El **diagrama5** trata sobre el reparto espacial de la energía irradiada (**P**) del **T:42-47**. El valor representativo para todo el transecto es de 0.3741, el máximo vale 0.7238 y está situado en el punto **47**, por otra parte está el punto **43** como más bajo con el valor de 0.1677. Más información en **A9-04** del **anexo9** y **A16-04** del **anexo16**.

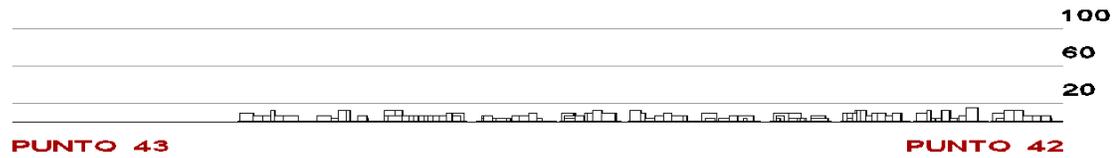
Gradiente geométrico

El **T:42-47** presenta tres cambios en las condiciones de edificabilidad que básicamente se traducen en intensidad de uso de suelo. Desde el punto **42** al **44**, como CC-15(F) permite COS 0.80, CUS 4.00 y altura de 1.50F; entre los puntos **44** y **46**, se denomina CC-9(F) y permite COS0.80, CUS3.20 y altura de 1.00F; y entre los puntos **46** y **47** se denomina CC-6(F) y admite COS0.80, CUS2.50 y altura de edificación de 1.00F. Lo anterior provee al sector de perfiles geométricos similares y las **figuras 21** y **22** confirman la regularidad del gradiente geométrico; para efectos del gráfico, esta figura utiliza el recorrido del **T:42-47** como plano de corte longitudinal con vistas hacia el NEN y SWS.

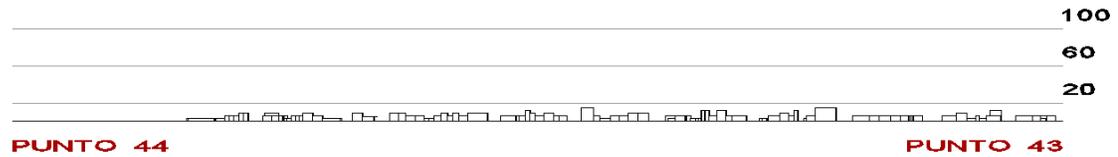


Isla de calor en expansión

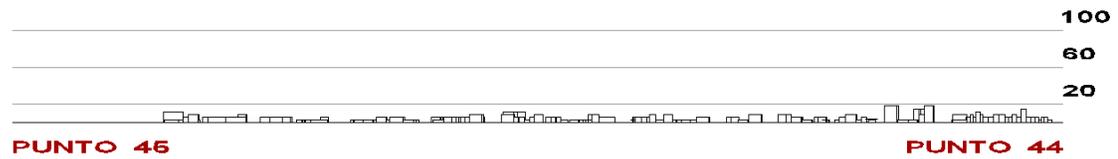
VISTA HACIA NE



VISTA HACIA NE



VISTA HACIA NE



VISTA HACIA NE



VISTA HACIA NE

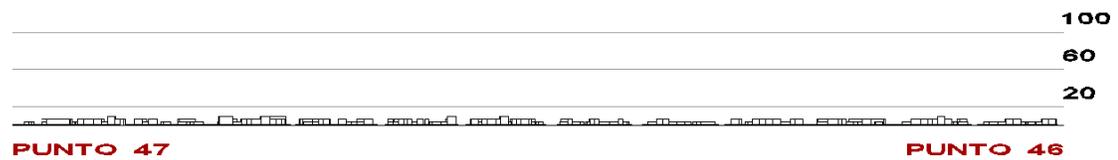


Figura21: Gradiente geométrico del T:42-47 con vista hacia el noreste.



Isla de calor en expansión

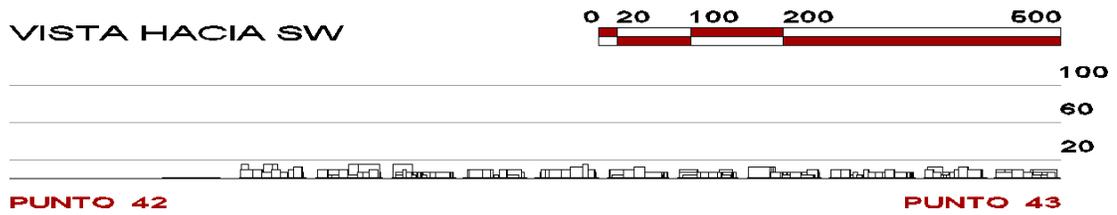
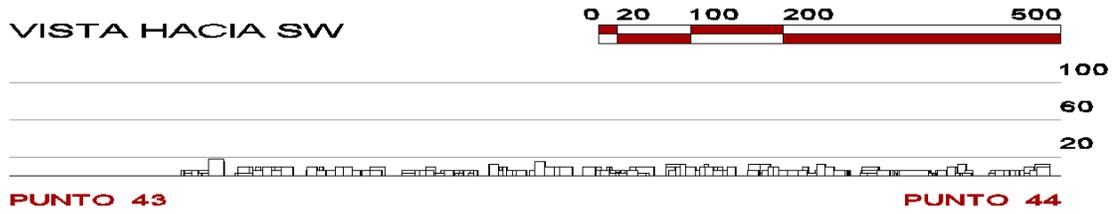
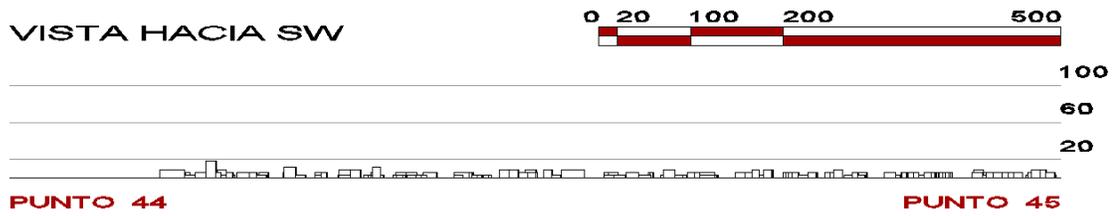
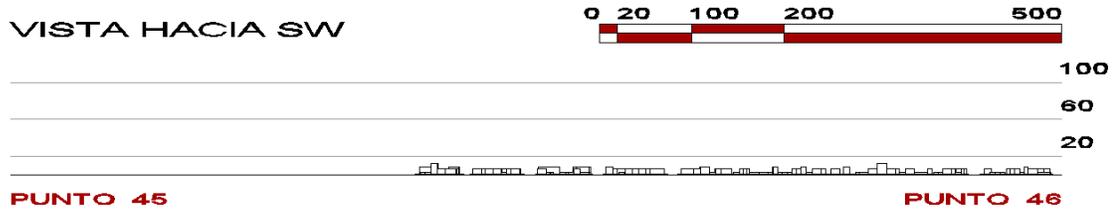
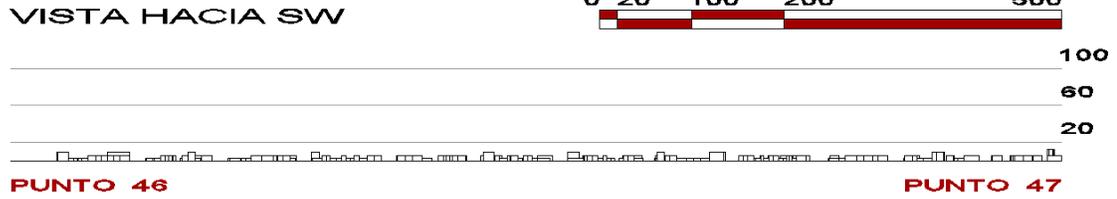


Figura22: Gradiente geométrico del T:42-47 con vista hacia el suroeste.

A10-04 del **anexo10** y **A17-04** del **anexo17** indican que existe un **SVF** promedio de 0.8919 en el T:42-47, el **SVF** más despejado se encuentra en el punto **47** con un valor de 0.973 y el **SVF** de menor valor se halla en el punto



43 a 0.828. El $T_{:42-47}$ tiene visibilidad elevada del cielo, ver **diagrama5** para constatar la distribución espacial del **SVF**.

Gradiente térmico

El gradiente térmico graficado en el **diagrama5** indica que la diferencia de temperaturas (ΔT) crece a medida que el transecto se aproxima al punto **47**, la diferencia promedio de temperaturas en el $T_{:42-47}$ es de 4.6426K; la menor diferencia se halla en el punto **43** con 4.43K, mientras que la mayor se encuentra en el punto **47** con 5.14K. La información extendida puede hallarse en el **A12-04** del **anexo12** y **A18-04** del **anexo18**.

Para las condiciones geométricas y de coberturas urbanas monótonas presentadas en el $T_{:42-47}$, la mayor diferencia registrada de temperaturas se aproxima al cuerpo de agua, sin duda guarda alguna relación con la inercia térmica del agua, aunque es probable que el lugar sea un foco fijo de calor antropogénico porque todos los buses improvisan paradero allí para recoger pasajeros antes de subir al puente.

Medio Biótico

Debido a que $T_{:42-47}$ atraviesa un medio totalmente urbanizado, no existe flora ni fauna nativa. La poca vegetación existente responde a palmeras botella enana y se encuentra dispuesta de manera ornamental en el parterre central de la calle Portete. Tan sólo en el punto **47**, que corresponde al puente de la 17 sobre el estero Salado, es posible discernir la existencia de la fauna y flora típica como garzas, algunos crustáceos, peces y mangles rojos.



TRANSECTO 48-63: VÍA A LA COSTA.

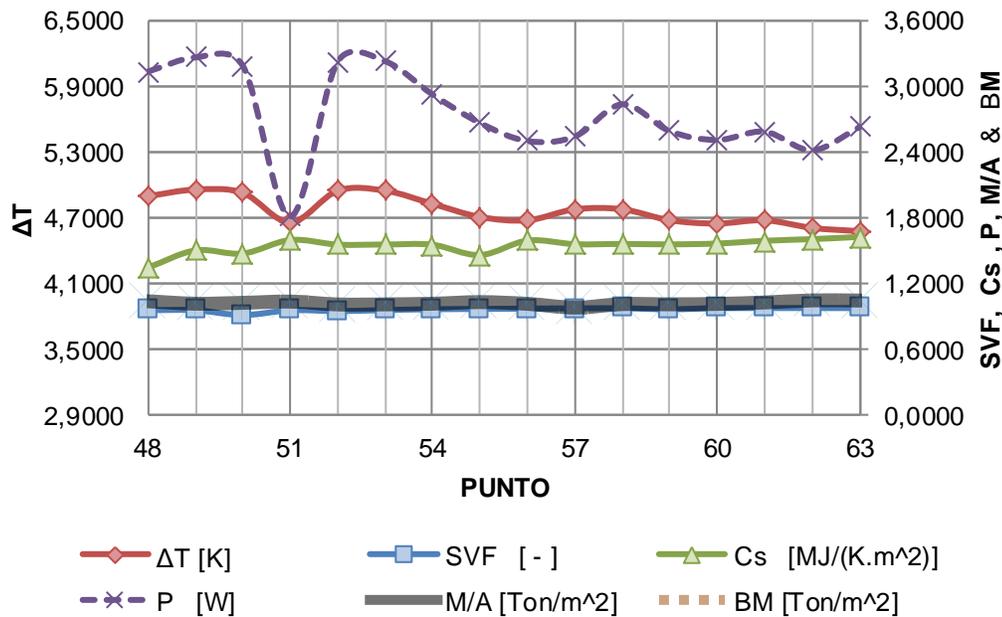
La **figura23** muestra el recorrido del **T_{:48-63}** en el plano de catastro más actualizado disponible para la zona de expansión urbana planificada Chongón (zona F). Es necesario recordar que la información de muestra fue tomada directamente en la vía, a lo largo del **T_{:48-63}**, y no al interior de las urbanizaciones.



Figura23: Transecto 48-63 (Autopista Guayaquil-Salinas).^{70*}

El **diagrama6** describe la distribución espacial de las variables que representan las características de los diferentes medios del **T_{:48-63}**.

Distribución espacial de: ΔT , SVF, Cs, P, M/A y BM en **T_{:48-63}**.



⁷⁰ * Imagen de elaboración propia a partir del plano de catastro de la M.I.M.G.



Medio Socio-económico

En esta zona suburbana se congregan los nuevos barrios residenciales de élite de Guayaquil, que principalmente comprende a la clase económica alta y su servidumbre; sin embargo, la presencia de usos extractivos y de construcciones en ejecución acarrea una densidad flotante de clase obrera.

Aunque existen áreas de vulnerabilidad (ZEV), usos de protección de patrimonios naturales, reservas ecológicas (ZEP) y turismo fundamentalmente predomina; según ordenanza, el uso residencial ZR-2 que admite servicios comerciales, organizaciones religiosas, expendio de combustibles según la compatibilidad.

Medio Físico

El **T_{:48-63}**, correspondiente al tramo km10-km26 de la Autopista Guayaquil-Salinas, se desarrolla prácticamente en sentido E-W y fracciona al ecosistema de transición para confinar hacia el norte al bosque seco tropical de la cordillera Chongón-Colonche (cerro Azul) y hacia el sur al manglar de los esteros mencionados; ver “**Planteamiento del área de propuesta**” para otros detalles.

Coberturas urbanas

Las **figuras 24 y 25** muestran los acabados presentes en el **T_{:48-63}**, de donde se aprecia el suelo de tierra natural, la calzada de hormigón asfáltico y los árboles frondosos en la división central. Los materiales de cobertura urbana son constantes a lo largo del transecto.



Figura24: Coberturas urbanas del transecto 48-63 (Vía a la costa).



Figura25: Coberturas urbanas del transecto 48-63 (Vía a la costa).

El **cuadro7** resume los datos de **A4-05** del **anexo4**, y delata que la mayor proporción se la lleva la tierra con el 62.20% de ocupación de la superficie muestreada del transecto; el hormigón asfáltico ocupa el 24.24% y el césped y matorrales, el 13.56%.



	Cód.	Material de cobertura	$\Sigma A_{mat}/\Sigma A_H$ [%]
TRANSECTO T:48-63	j	porcelanato rojo	0,00%
	j+1	hormigón simple	0,00%
	j+2	hormigón armado	0,00%
	j+3	hormigón asfáltico	24,24%
	j+4	adoquín vehicular de hormigón	0,00%
	j+5	césped	13,56%
	j+6	agua	0,00%
	j+7	terreno natural	62,20%
	j+8	adoquín peatonal de arcilla	0,00%
	k-1	adoquín vehicular de arcilla	0,00%
	OS	ocupación del suelo	0,00%
	TOTAL		100,00%

Cuadro7: Porcentajes de intervención de los materiales en el muestreo de **T:48-63**.

El **diagrama6** indica la variación espacial de la masa en toneladas por unidad de superficie (**M/A**): el promedio del transecto es de 1.0225; el punto con mayor peso se encuentra en **62** con una masa de 1.0481 y el más ligero se encuentra en **57** con un valor de 0.9824, ver **A6a-05** del **anexoA6a** y **A13-05** del **anexoA13**. El mismo diagrama presenta el comportamiento de la masa de edificios por unidad de área (**BM**); no hay valores en el resultado porque, cuando menos en la superficie muestreada, no existen edificios.

A consecuencia de lo anterior, los materiales vinculados a las coberturas ocasionan la distribución espacial de la capacidad térmica por unidad de superficie (**Cs**) expresada en el **diagrama6**. El valor promedio resulta en 1.5460; el punto **63** indica el valor máximo de 1.6380, mientras que el punto **48** arroja 1.3472 como dato menor; ver **A8-05** del **anexoA8** y **A15-05** del **anexoA15**.

El **diagrama6** contiene la variación en el espacio de la energía irradiada (**P**) del **T:48-63**; el valor representativo del transecto es de 2.7562, por una parte, el punto **49** alcanza un valor pico de 3.2669, mientras que por otra, el punto **51** muestra el valor valle de 1.8131; ver **A9-05** del **anexoA9** y **A16-05** del **anexoA16**.

Gradiente geométrico

Debido a que el trazado del **T:48-63** no es en línea recta, la **figura26** discrimina los elementos de poco interés visual para proyectar la elevación N, en donde



existen accidentes naturales que minimizan la altura de las edificaciones que, en su mayoría, se encuentran emplazadas en urbanizaciones a niveles inferiores al del rasante correspondiente de vía.

VISTA HACIA N

PUNTO 63

Figura26: Gradiente geométrico del T:**48-63**.^{71*}

PUNTO 48

El **SVF** promedio del T:**48-63** es de 0.966 que responde a máxima visibilidad del cielo; los puntos **23**, **24**, **25** y **26** registran por igual el **SVF** máximo con el valor de 0.978, mientras que el punto **50** registra el mínimo con 0.914. El **diagrama6** muestra la leve evolución del **SVF** a lo largo del transecto, ver **A10-05** del **anexoA10** y **A17-05** del **anexoA17** para más referencias.

La principal razón de que en T:**48-63** existan **SVFs** bastante despejados radica en la relación de los usos de suelo con la infraestructura del poliducto que fundamentalmente garantiza franjas de afectación libres de edificaciones ZEV (zonas especiales de riesgo y vulnerabilidad); el poliducto es paralelo a la vía por el lado norte desde el punto **48** hasta el punto **56**, desde donde cruza hacia el sur y avanza paralelo a la vía hasta el punto **58**.

Gradiente térmico

La variación de diferencias de temperaturas (ΔT) ilustrada en el **diagrama6** responde a una constante de proporcionalidad linear. El promedio es de 4.7707K; por una parte, el punto **49** es el más caluroso y presenta un valor de 4.96K, y por otra, el punto **63** es el más fresco y su valor es de 4.58K. Estos datos se verifican en **A12-05** del **anexoA12** y **A18-05** del **anexoA18**.

Medio Biótico

Aunque específicamente el área descrita por el T:**48-63** se trate de un agente fraccionador de ecosistemas y las áreas urbanizadas a los lados de la vía hayan desplazado a las especies nativas, es posible evidenciar aún la variedad de flora y fauna. Hacia el sur existe el manglar en donde habitan crustáceos, moluscos, aves, insectos y reptiles; y hacia el norte, en el cerro, predomina el bosque seco tropical en donde habitan aves, mamíferos, reptiles e insectos.

⁷¹ * Imagen de elaboración propia a partir del levantamiento 3D del plano de catastro de la M.I.M.G.



FASE II:

DIAGNÓSTICO

AMBIENTAL.



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Los **diagramas 2, 3, 4, 5 y 6** presentan el montaje de variables y una primera aproximación de su relación con la diferencia de temperaturas resultante en cada punto muestreado del transecto. Paradójicamente, **SVF, Cs, M/A, BM** y los datos de los **anexos A2 y A3** son valores "invariables" y exclusivos de cada punto muestreado, lo que los convierte en datos de caracterización de su identidad individual y; como se vio en la **definición conceptual de variables**, al asumir que un transecto es una sucesión de muestras, dichos valores se comportan como variables que contribuyen a la configuración de su gradiente térmico resultante.

Esta sección está compuesta de cinco análisis causa-consecuencia detallados que se apuntalan entre sí, todo el trabajo se basa en las variables mostradas en los **anexos A13, A14, A15, A16, A17 y A18** para proceder con la atribución de causas generadoras de los gradientes térmicos y después verificar si alguno de los comportamientos individuales de los transectos locales guarda relación con los patrones del modelo análogo de la ciudad de Belo horizonte (Brasil); esto implica que debe tomarse como afirmación valedera lo que las fuentes citadas en el marco teórico indican, es decir que resultaría coherente esperar que la temperatura del aire sea mayor en tanto que las superficies de cobertura respondan a valores crecientes de **P** y **M/A** y menor **SVF**. También se emplazará cada transecto, según ciertas características requeridas por la propuesta de Stewart & Oke, en una zona urbano-climática para finalmente encontrar los modelos numéricos que representen de la manera más cercana a la realidad.

Como adelanto, la información resultante de esta etapa será de utilidad sine qua non en la comprobación de hipótesis y en la determinación predictiva de impactos ambientales que inciden sobre los ecosistemas urbanos en escenarios varios.



Análisis#1: Estudio de la respuesta térmica de los transectos.

La línea base ha puesto en evidencia las diferentes realidades urbanas de los sectores de la ciudad gracias a la información recolectada y posteriormente graficada de la geometría y propiedades térmicas particulares de cada transecto, mismos que fueron descritos en forma individual. La **figura5** delata que los transectos han sido pensados para articularse entre sí de a tres y dos, de tal suerte que se pueda abarcar, por medio de la fusión de datos, un área mucho mayor de la ciudad para estudiar los efectos del UHI a otra escala.

En este análisis será necesario establecer comparaciones de los **diagramas7** y **8** con la información de las variables medidas, el **cuadro8** resume los promedios de los que se habló en la línea base, mientras que el **cuadro9** parte del anterior para obtener las relaciones porcentuales en función de las variables del transecto **T:01-23**.

TRANSECTO	Promedios según variable					
	SVF	C/A	P	ΔT	M/A	BM
T:01-23	0,6290	1,7275	0,5011	4,1157	1,5508	0,8979
T24-29	0,9177	1,3317	0,1786	3,9500	1,1323	0,3799
T:30-41	0,9070	1,2971	0,7804	4,7167	1,1400	0,4291
T:42-47	0,8919	1,3743	0,3741	4,6426	1,1948	0,4771
T:48-64	0,9649	1,5460	2,7562	4,7707	1,0225	0,0000

Cuadro8: Valores promedio de variables por transecto.

TRANSECTO	Relación porcentual de promedios en función de T:01-23					
	SVF	C/A	G	ΔT	M/A	BM
T:01-23	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
T24-29	145,90%	77,09%	35,64%	95,97%	73,01%	42,31%
T:30-41	144,20%	75,09%	155,74%	114,60%	73,51%	47,79%
T:42-47	141,80%	79,55%	74,66%	112,80%	77,04%	53,14%
T:48-64	153,40%	89,49%	550,03%	115,91%	65,93%	0,00%

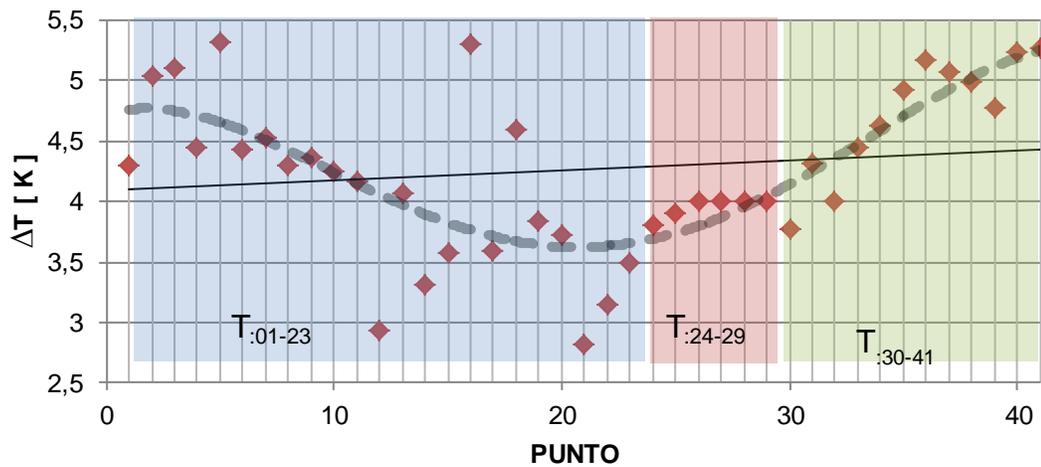
Cuadro9: Relación porcentual de promedios de variables en función de **T:01-23**.



Isla de calor en expansión

El **diagrama7** consiste en la fusión de los gradientes térmicos de los transectos **T_{:01-23}**, **T_{:24-29}** y **T_{:30-41}**; aunque la tendencia marca el aumento hacia **T_{:30-41}**, el trayecto de la curva de ajuste hace notorio que las temperaturas más bajas se encuentran en la transición de **T_{:01-23}** hacia **T_{:24-29}**. En principio se aprecia que lo que causa altas temperaturas del aire en los extremos de la curva es la similitud de materiales de cobertura, pues, tanto Urdesa como el centro de la ciudad han sido objeto de restauración. Con menor capacidad calorífica que **T_{:01-23}** y **T_{:30-41}**, las muestras de **T_{:24-29}** y su entorno inmediato requieren de menos energía para incrementar la temperatura de sus masas térmicas (almacenan menos y se calientan más); además, el hecho de que allí se encuentren los puntos con menor **P** de los tres transectos en mención, hace probable que la liberación se dé mucho después de las horas en que se tomó las lecturas de campo y se mantenga frío el aire por más tiempo.

**Distribución espacial general de ΔT
 en **T_{:01-23}**; **T_{:24-29}** & **T_{:30-41}****



$$\Delta T = 0.008x + 4.092$$

$$\Delta T = 7E-08x^5 - 1E-05x^4 + 0.000x^3 - 0.018x^2 + 0.062x + 4.72$$

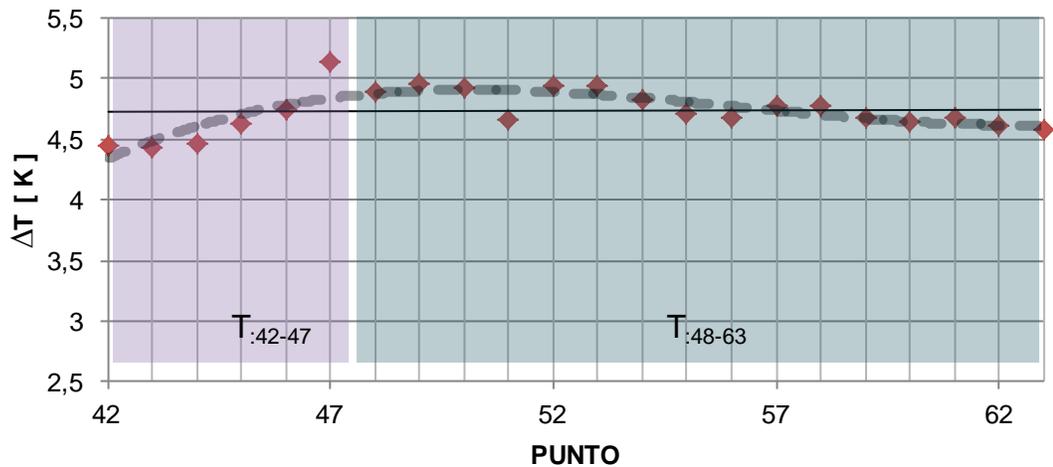
Diagrama7: Respuesta térmica de **T_{:01-23}**, **T_{:24-29}** y **T_{:30-41}**.

También se aprecia en los extremos de la curva otra situación que no resulta congruente con lo esperado en el marco teórico, aun cuando el **SVF** promedio de **T_{:30-41}** es mucho mayor que el de **T_{:01-23}**, las temperaturas son elevadas; esto baraja la posibilidad de que parte de este comportamiento también tenga que ver con el calor antropogénico ocasionado por la congestión vehicular que es habitual en estos sectores.



El **diagrama8** encadena los gradientes térmicos de los transectos **T_{:42-47}** y **T_{:48-63}**, la recta de tendencia muestra prácticamente constancia porque las variaciones de temperatura se compensan; sin embargo la curva de ajuste indica que existe un pico al inicio de **T_{:48-63}** y, de cualquier modo, los promedios de temperatura son superiores que el del centro de la ciudad.

Distribución espacial general de ΔT en **T_{:42-47}** & **T_{:48-63}**



$\Delta T = 7.81E-04x + 4.70E+00$ $\Delta T = 3,22E-04x^3 - 5,43E-02x^2 + 3,02E+00x - 5,05E+01$
Diagrama8: Respuesta térmica de **T:42-47** y **T:48-63**.

Aun cuando **T_{:42-47}** posee un **SVF** más despejado y **P** menor que los de **T_{:01-23}**, presenta temperaturas semejantes a este transecto; la causa de este síntoma tiene relación con el menor **Cs** más el calor antropogénico producido por los vehículos: a diferencia de lo que ocurre en **T_{:42-47}**, en **T_{:01-23}** no todo el día existe congestión vehicular y tampoco circulan buses colectivos.

Por otro lado, se entiende que con un **P** tan elevado como el de **T_{:48-63}** se liberaría la energía acumulada por los materiales con una velocidad bastante buena, lo cual fue comprobado en el sitio con el progresivo descenso de temperaturas durante las mediciones al regresar al mismo punto al cabo de cierto tiempo transcurrido (**ver cuadros A11b-07a** y **A11b-07b** del **anexoA11b**) pero; su **Cs** un tanto menor que el de **T_{:01-23}**^{72*} explica las altas temperaturas registradas, lo que es coincidente con el enfoque planteado en

^{72*} Los datos del **anexo7** revelan que los ecosistemas urbanos en procesos de consolidación que aún conservan buena parte de sus materiales nativos, luego de modificar su geometría y coberturas superficiales, presentan mayor cuantía de **Cs** que los de zonas completamente consolidadas con edificaciones entre una y tres plantas.



la **fórmula6**, que hace alusión a la energía necesaria para modificar la temperatura de un cuerpo:

$$Q = M.c.\Delta T \quad [J]$$

Fórmula6: Cantidad de calor requerida para cambiar la temperatura de una sustancia.⁷³

Donde "**Q**" es la energía térmica suministrada o liberada (cantidad de calor), "**M**" es la masa, "**c**" es el calor específico" y "**ΔT**", la diferencia de temperaturas. Por medio del método de la sustitución en base a la **fórmula1**, es posible re-escribir la expresión como sigue:

$$Q = C.\Delta T \quad [J]$$

Fórmula7: Modificación de la **fórmula6** en términos de "**C**".

Si se despeja esta nueva expresión en términos de **ΔT** se visualiza mejor la situación, así que para se logren en la gráfica los **ΔT** tan grandes en presencia de **Cs** también grandes, es necesario que **Q** sea mucho mayor. Esta última cantidad poco tiene que ver con el calor antropogénico, ya que en el transecto el tránsito de vehículos es ligero y el área muestreada carece de edificaciones; pero sí se relaciona con la incidencia solar porque no hay cuerpos que arrojen sombras densas^{74*} sobre el suelo (calzada y área de afectación por derecho de vía), lo que regulariza la irradiación y se favorece a la ganancia de energía solar directa que ocasiona las altas temperaturas.

⁷³ **Fundamentos de Física**, Frank j. Blatt, fórmula (11.2)

^{74*} La sombra de los árboles que existen en el parterre de la autopista Guayaquil-Salinas no es equiparable a la producida por los edificios debido a la baja densidad de su follaje.



Finalmente, sólo para fines ilustrativos porque no existe continuidad física real, el **diagrama9** presenta la unificación ideal de los datos de temperatura de todos los transectos para establecer la tendencia y curva de ajuste del gradiente térmico general de la ciudad para el rango horario en que se registraron las lecturas en sitio.

Distribución espacial general de ΔT (18:h0 - 22h00)

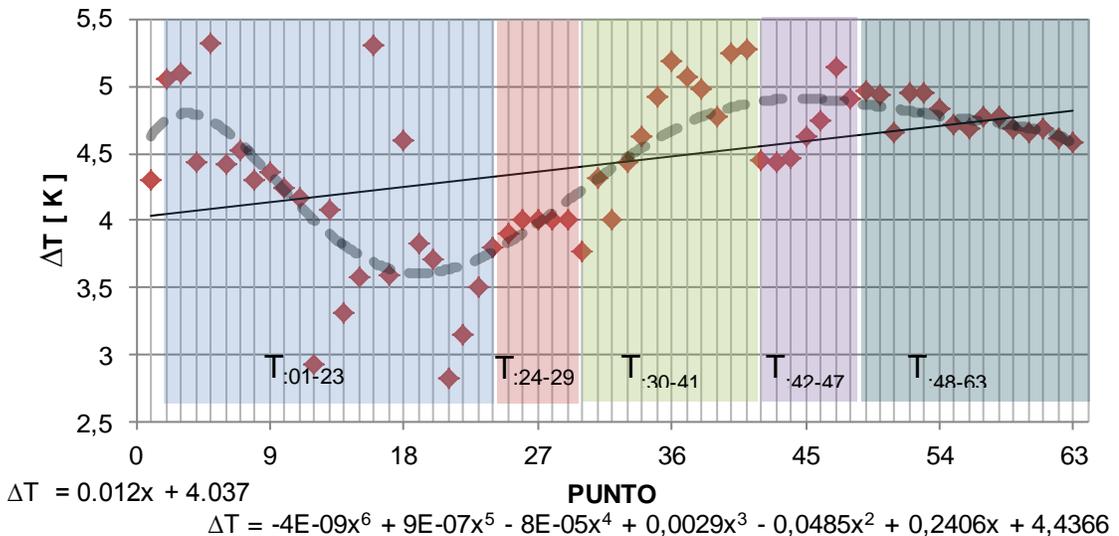


Diagrama9: Gradiente térmico general para la ciudad de Guayaquil representado por los transectos **T:01-23**, **T:24-29**, **T:30-41**, **T:42-47** y **T:48-63**.

Según las estimaciones descriptivas anteriores, la tendencia lineal en aumento hacia la parte rural de la ciudad tiene que ver mucho con la tendencia también al incremento de la energía irradiada **P** y con la cantidad de energía térmica (solar y antropogénica) que se imprima en los sectores; con facilidad podría pensarse que, en la medida en que **SVF** aumente, se da paso a la retención de menor cantidad de calor antropogénico (por la menor concentración de edificios con sus usuarios) y mayor ganancia directa de energía solar, pero las explicaciones presentadas están basadas en la realidad urbana de cada transecto y no siempre resultan como se espera en la teoría. En el medio hace falta la disponibilidad de información referente a mediciones precisas de irradiación directa e indirecta y flujos de calor antropogénico para sustentar con más profundidad los causales atribuidos a la respuesta térmica local.



Análisis#2: Modelo descriptivo de tendencias.

Todos los diagramas de dispersión de los **anexos A13, A14, A15, A16, A17 y A18** expresan sus tendencias por medio de rectas oblicuas, con trazo fino, continuo y en color negro; y su respectivo ajuste de curva en línea gruesa segmentada. En base a estos diagramas, si se desprecia la fuerza de la tendencia y sólo se considera referencialmente su sentido, es posible verificar conceptualmente la existencia de patrones comunes influyentes. De esta forma, el **cuadro10** resume las variables muestreadas, para ello se organizan los sentidos de las tendencias de modo que siempre resulten en incremento de ΔT .

VARIABLE TRANSECTO	SVF	Cs	G	M/A	BM	ΔT
T:01-23	<	>	>	>	>	>
T:24-29	<	<	>	<	>	>
T:30-41	<	>	>	>	>	>
T:42-47	>	<	>	<	>	>
T:48-64	<	<	>	<	-	>

<	Tendencia a la disminución
>	Tendencia al aumento
-	Tendencia nula

Cuadro10: Resumen de tendencias de las variables en los transectos.

Para identificar el patrón común se procede con el conteo discriminado de tendencias por variable, y prevalecen aquellas tendencias que presenten el mayor número de repeticiones. Así, de cinco posibilidades por variable porque existen cinco transectos, las sumatorias prevalecientes resultan en: <SVF(4/5); <Cs(3/5); >P(5/5); <M/A(3/5), >BM(4/5).

En traducción literal, el modelo descriptivo para un patrón unificado sería así:

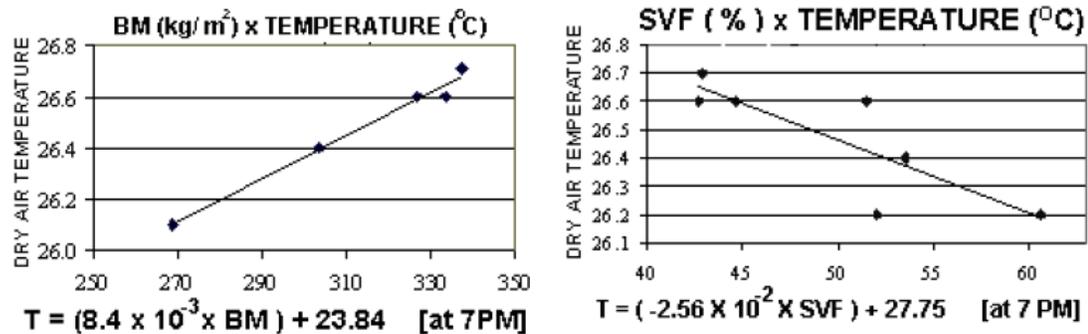
A MEDIDA QUE EL FACTOR DE CIELO VISIBLE (SVF) Y LA CAPACIDAD TÉRMICA POR UNIDAD DE SUPERFICIE (Cs) DECRECEN Y LA ENERGÍA IRRADIADA (P) VA EN AUMENTO, LA DIFERENCIA PROMEDIO DE TEMPERATURAS (ΔT) SE INCREMENTA.

Nótese que no se ha incluido en esta descripción a **M/A** y tampoco **BM** porque, según la **fórmula1**, la capacidad térmica es proporcional a la masa y esta última incluye también a la masa térmica de edificios; entonces, ambas variables quedan implícitas en el modelo.



Análisis#3: Comparación con el caso estudio de Belo Horizonte.

En el paper preparado por el equipo de *Iara Gonçalves dos Santos* para la ciudad de Belo Horizonte en el estado de Minas Gerais en Brasil, se analizó la respuesta térmica de varios puntos urbanos de desarrollo horizontal y vertical; los autores confirman que **SVF** y **BM** son los factores más influyentes en el monto energético del UHI y presentan los resultados de sus estudios en los **diagramas10** y **11** citados en esta investigación.



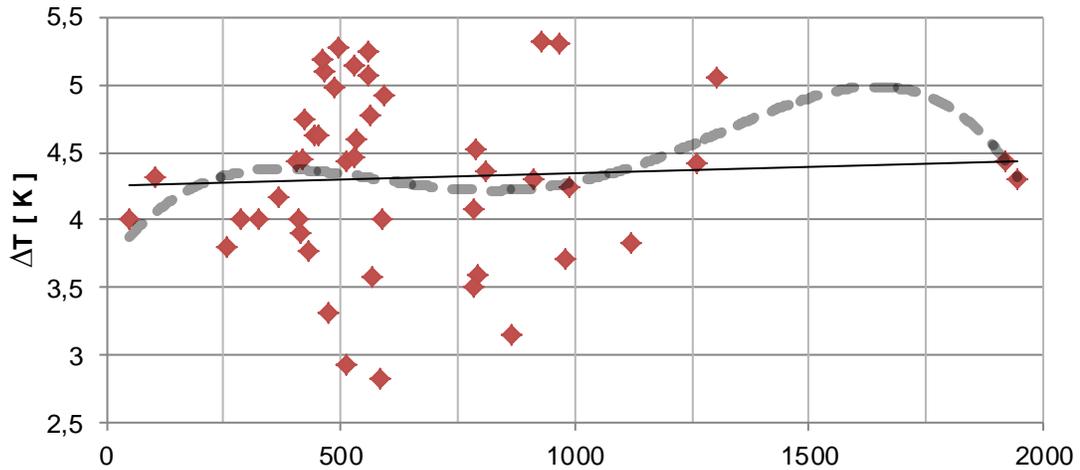
Diagramas10 y 11: Gráfica de dispersión de temperatura seca del aire en función de la masa térmica de edificios por unidad de área y factor de cielo visible, ciudad de Belo Horizonte, Brasil.⁷⁵

Con la finalidad de propiciar igualdad de condiciones en la comparación detallada a continuación se han generado dos gráficas de dispersión (**ver diagramas12 y 13**) con información ΔT en función de **SVF** y **BM** respectivamente, muy similares a los **diagramas10 y 11**; hay que mencionar que para ambos casos se incluyen los datos de todos los transectos a excepción de los del **T_{:48-63}** (ver **anexosA6b, A10 y A12**). Se descarta **T_{:48-63}** debido a que dentro de las muestras tomadas no existe masa térmica de edificios; por otro lado, se unifica la información del resto de transectos porque, como se indica en el párrafo anterior, las muestras tomadas en Belo Horizonte pertenecen a puntos de geometría urbana y localización diferente.

⁷⁵ Diagramas tomados de: **A comprehensive approach of the sky view factor and building mass in an urban area of the city of Belo Horizonte, Brazil**; www.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/P_3_12.pdf



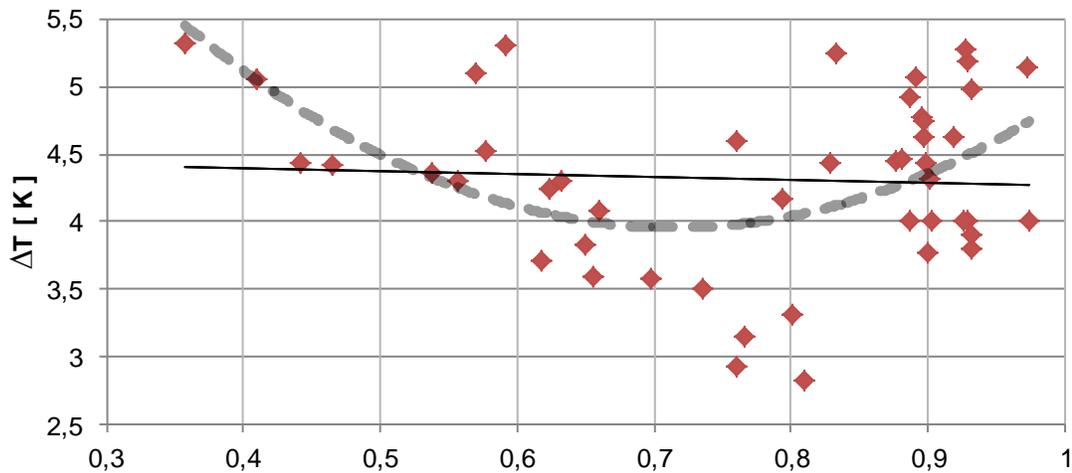
BM x ΔT



$$\Delta T = 7.15E-05BM + 4.28E+00 \quad \Delta T = -3E-12BM^4 + 1E-08BM^3 - 1E-05BM^2 + 0.005BM + 3.660$$

Diagrama12: Gráfica de dispersión de diferencia promedio de temperaturas en función de la masa térmica de edificios por unidad de área, incluye transectos **T:01-23**, **T:24-29**, **T:30-41** y **T:42-47**.

SVF x ΔT



$$\Delta T = -0.153SVF + 4.446 \quad \Delta T = 12.07SVF^2 - 17.15SVF + 10.04$$

Diagrama13: Gráfica de dispersión de diferencia promedio de temperaturas en función del factor de cielo visible, incluye transectos **T:01-23**, **T:24-29**, **T:30-41** y **T:42-47**.

Aunque con evidente diferencia de fuerzas en las tendencias, los patrones son coincidentes con los de Belo Horizonte, esto podría parecer



determinante, pero es necesario realizar la aproximación que sigue para verificar otros detalles intervinientes.

Si se tiene en cuenta los intervalos que manejan las gráficas de Belo Horizonte, se nota que el **diagrama10** presenta un intervalo para **BM** entre 250kg/m^2 y 350kg/m^2 mientras que el **diagrama11** presenta para **SVF** uno entre 40% y 65%; esto da una pauta de ordenamiento selectivo de los datos de los **anexosA6b, A10 y A12** y así, los **cuadros11 y 12** se organizan de tal manera que sólo contengan los valores que estén enmarcados dentro de los rangos mencionados para representarlos en los **diagramas14 y 15**.

PUNTO	Calle	SVF [-]	BM [kg/m ²]	ΔT [K]
32	Puente de urdesa	0,9740	47,3655	4,0000
31	Laboratorio Arnaldo Ruffilli	0,9010	105,3654	4,3200
24	Gral. José Antonio Paez	0,9310	255,8701	3,8000
26	Gral. Daniel Florencio O'Leary	0,8860	285,4234	4,0000
27	Atanasio Girardot	0,9030	322,9382	4,0000
11	Lorenzo de Garaycoa	0,7930	366,6183	4,1750
33	Dr. Otto Arosemena Gómez	0,8980	404,6262	4,4400

Cuadro11: Ordenamiento de los valores **BM** comprendidos entre 250kg/m^2 y 375kg/m^2 ^{76*}.

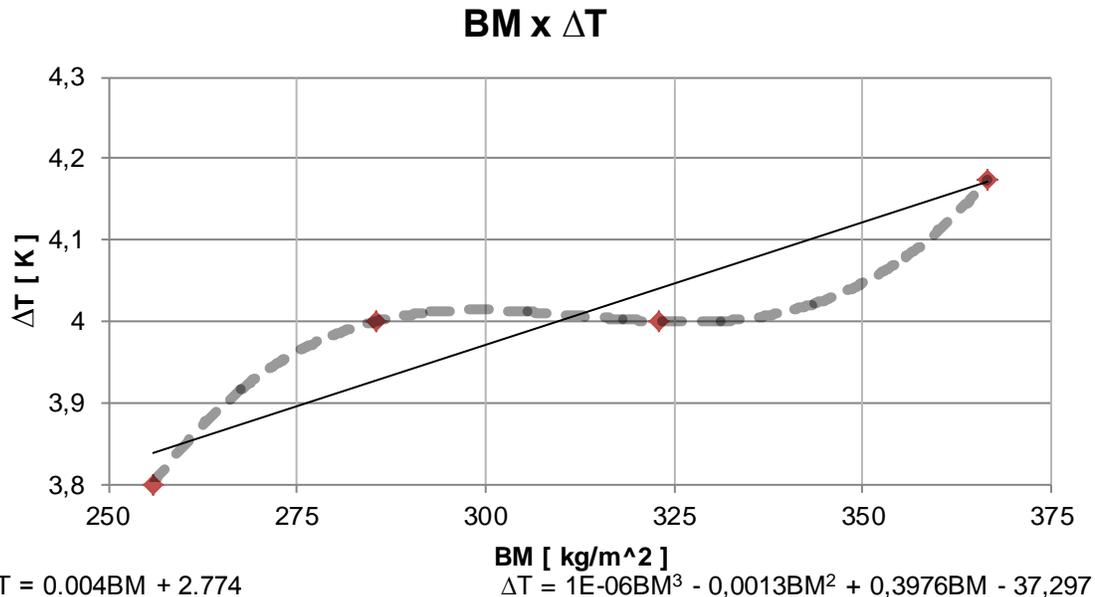


Diagrama14: Respuesta térmica para valores **BM** comprendidos entre 250kg/m^2 y 375kg/m^2 .

^{76*} Se extendió el límite superior del intervalo a 375kg/m^2 para definir mejor la línea de tendencia.



PUNTO	Calle	SVF [-]	BM [kg/m2]	ΔT [K]
05	Chile	0,3580	928,8041	5,3223
02	Pichincha/Panamá	0,4090	1303,0434	5,0462
04	Córdova	0,4420	1920,9246	4,4400
06	Chimborazo/Baquerizo Moreno	0,4650	1261,1581	4,4250
09	García avilés	0,5380	809,6581	4,3591
08	Boyacá	0,5560	910,5077	4,2953
03	Pedro Carbo	0,5700	463,3459	5,1000
07	Escobedo	0,5770	788,6126	4,5273
16	García Moreno	0,5910	966,2660	5,3000
20	Los Ríos	0,6170	979,2856	3,7167
10	Rumichaca	0,6240	989,0891	4,2455
01	Malecón Simón Bolívar	0,6320	1944,7168	4,3000
19	Esmeraldas	0,6490	1121,7326	3,8334
17	Del ejército	0,6560	794,5174	3,6000
13	Quito	0,6600	785,1654	4,0750

Cuadro12: Ordenamiento de los valores **SVF** comprendidos entre 40% y 65%.

SVF x ΔT

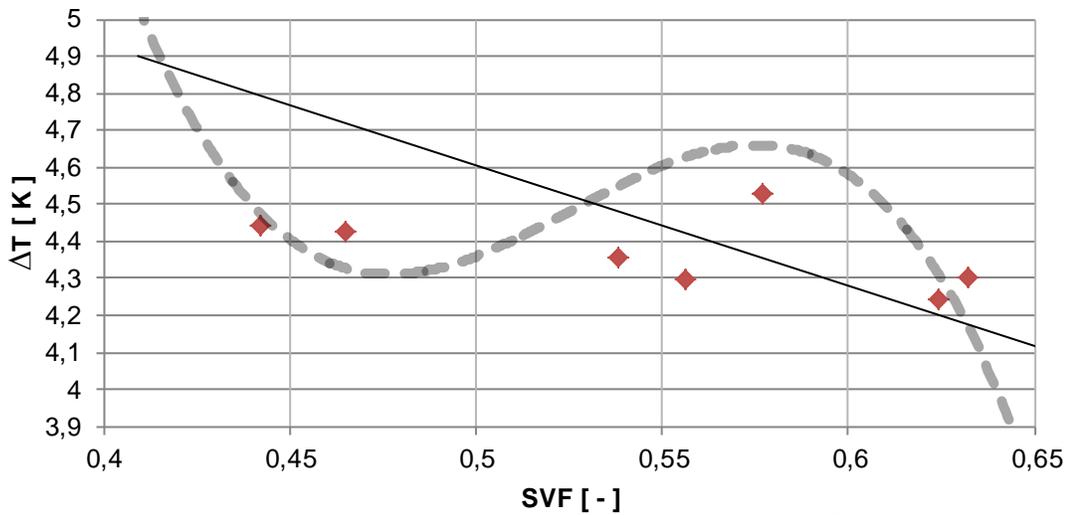


Diagrama15: Respuesta térmica para valores **SVF** comprendidos entre 40% y 65%.

En principio, estos diagramas muestran que se conserva el patrón de tendencias encontrado en esta investigación: **en tanto exista mayor BM y menor SVF, habrá mayor temperatura**, el modelo descriptivo se confirma.



Isla de calor en expansión

Sin embargo, nótese que el **cuadro11** dice con claridad que la características **BM** listadas son, por mayoría, propias del **T_{:24-29}**; en cambio, el **cuadro12** delata que las características **SVF** responden al **T_{:01-23}**.

Si se unifican los datos **SVF** y **BM** plasmados en los diagramas y cuadros anteriores de Guayaquil para imaginar las características del escenario hipotético, la lógica llevaría a interpretarlos de dos formas posibles:

1. El escenario es un casco comercial con **SVF** reducido que es causado por edificios muy altos pero con masa térmica equivalente a la de viviendas de dos o tres plantas.
2. El sector es tentativamente del tipo residencial-mixto pero con calles extremadamente angostas (quizás de sección menor a vías peatonales).

Resulta entonces que la información unificada provee de datos inconsistentes con la tipología de los sectores de Guayaquil, esto se debe a que cada punto muestreado tiene su propia identidad (ver primer párrafo de la introducción al diagnóstico ambiental) y posee lecturas exclusivas de sus variables; por tanto, cualquier modelo numérico de respuesta térmica ajustado tan sólo a **BM** y **SVF** sería poco fidedigno para el caso local de Guayaquil, incluso si además se agregara a **P** y **Cs**. En cuanto al modelo descriptivo obtenido del **análisis#3**, no hay que perder de vista que responde meramente a las tendencias de las variables y que no necesariamente refleja un comportamiento real o aproximado de las mismas en cada punto de muestra, esto significa que debe recibir un tratamiento referencial nada más.

Es momento de hallar la relación simultánea que la temperatura resultante guarda con las tres últimas variables mencionadas en el párrafo anterior junto con un valor de **Qa** (flujo de calor antropogénico) que la categorización por zonas climáticas podría proveer de manera provisional para este estudio teórico del UHI.



Análisis#4: Clasificación de los transectos por Zonas Climáticas.

Con la finalidad de equiparar la realidad individual de los sectores de Guayaquil (representados por los transectos muestreados) con referentes aceptados a nivel internacional y, obtener un valor aproximado del flujo de calor antropogénico típico según ciertos patrones^{77*}, a continuación se procede con la verificación de correspondencia de características locales con las zonas climáticas planteadas en el sistema de clasificación por zonas climáticas ideado por Stewart I.D. y Oke. El archivo que contiene los parámetros de comparación se encuentra disponible en la web⁷⁸.

Las categorías **LCZ** citadas a continuación encajan con la realidad local así que, para efectos de una interpretación acorde a los propósitos de esta investigación, se entenderán los términos en Inglés como sigue:

LCZ3 - Compact lowrise.- Zona climática local #3: Ocupación compacta del suelo urbano con edificios de menos de cinco pisos de altura.

LCZ4 - Open highrise.- Zona climática local #4: Ocupación holgada del suelo urbano con edificios de más de diez pisos de altura.

LCZ5 - Open midrise.- Zona climática local #5: Ocupación holgada del suelo urbano con edificios entre cinco y diez pisos de altura.

LCZ6 - Open lowrise.- Zona climática local #6: Ocupación holgada del suelo urbano con edificios de menos de cinco pisos de altura.

LCZ7 - Lightweight lowrise.- Zona climática local #7: Ocupación del suelo urbano con construcciones precarias.

LCZ9 - Sparsely built.- Zona climática local #9: Ocupación escasa del suelo urbano con edificaciones aisladas y muy separadas entre sí.

^{77*} Hay que tener presente que en la ciudad de Guayaquil no existen mediciones de flujo de calor antropogénico.

⁷⁸ **Local climate zone classification system;** www.geog.ubc.ca/urbanflux/resources/lcz.pdf



Isla de calor en expansión

Entonces, con estas definiciones adaptadas se tiene que:

- En el $T_{:01-23}$, desde el punto **01** hasta el punto **11**, la zona responde a **LZ4** y se producen hasta $50W/m^2$ de calor antropogénico.
- En el $T_{:01-23}$, desde el punto **12** hasta el punto **23**, la zona es catalogada como **LZ5**, con una capacidad de producción de hasta $25W/m^2$ de calor antropogénico.
- En su totalidad, los transectos $T_{:24-29}$ y $T_{:30-41}$ se corresponden con **LZ6** y producen hasta $25W/m^2$ de calor antropogénico.
- El transecto $T_{:42-47}$ presenta características de **LZ3**, con una producción máxima de hasta $75W/m^2$ de calor antropogénico.
- El transecto $T_{:48-63}$ en su recorrido por la autopista Guayaquil-Salinas presenta características de **LZ9** con una producción máxima de $10W/m^2$ de calor antropogénico pero, como dato informativo aunque no formen parte de los puntos muestreados, la zona en actual desarrollo urbano planificado es equivalente a **LZ6**, mientras que las zonas populares entre Puerto Hondo (km17, **punto 55**) hasta los alrededores de Ecuamármol (km20, **punto 58**) responden a **LZ7**.

De esta forma se han obtenido valores aproximados y quizás con carácter muy simbólico para el flujo de calor antropogénico **Qa** de todas las muestras, con esto ya se cuenta con la información mínima indispensable para estimar modelos aritméticos que ilustren el comportamiento de cada transecto en función de sus características individuales.



Análisis#5: Modelos numéricos.

Ya se planteó la necesidad de vincular las variables medidas en campo consideradas en los **diagramas** del **2** al **6** junto con el **Qa** obtenido al clasificar los transectos por zonas climáticas; por eso participarán del análisis de correlación con el perfil térmico a predecir para obtener la expresión matemática de regresión lineal múltiple que mejor las describa (para más detalles, consultar los **anexosA20** y **A21**).

A manera de advertencia, el análisis de regresión lineal múltiple trata exclusivamente con valores variables ya que asume que las constantes no inciden en el comportamiento de un modelo y las descarta. Como los valores aproximados que se tienen a mano para **Qa** sólo indican cantidades máximas, se entiende que tienen valores constantes; entonces para que **Qa** pueda participar del análisis y conserve la mayor fidelidad posible con el valor máximo original asignado a todo un transecto, arbitrariamente se resolvió que se trabajaría con una diferencia de una unidad (1.00) entre el primer y último punto muestreados, de tal suerte que esta cantidad se reparta por igual entre los puntos intermedios, **ver la tabulación de esta explicación en el anexoA19**. Por otro lado, se verá en las fórmulas a obtenerse que **G** interviene en lugar de **P**, porque esta última depende de la cuarta potencia de la temperatura, justamente el perfil térmico a predecir.

Se empleará el **cuadro13** para la interpretación de la fuerza de relaciones entre variables en base al coeficiente de correlación de Pearson (r).

Rango "r"	Escala ordinal
$r = 1,00$	Correlación perfecta
$1,00 > r \geq 0,95$	Correlación fuerte
$0,95 > r \geq 0,80$	Correlación significativa
$0,80 > r \geq 0,70$	Correlación moderada
$0,70 > r \geq 0,50$	Correlación parcial
$0,50 > r > 0,00$	Correlación débil
$r = 0,00$	Ausencia de correlación
$0,00 > r \geq -0,50$	Correlación inversa débil
$-0,50 > r \geq -0,70$	Correlación inversa parcial
$-0,70 > r \geq -0,80$	Correlación inversa moderada
$-0,80 > r \geq -0,95$	Correlación inversa significativa
$-1,00 > r \geq -0,95$	Correlación inversa fuerte
$r = -1,00$	Correlación inversa perfecta

Cuadro13: sistema de valoración del coeficiente de correlación de Pearson "r".



A continuación los resultados del análisis de regresión por transecto:

Transecto T:01-23

$$\Delta T' = 6.9946 - 4.3711SVF + 0.025Cs - 1.88E-05G + 0.0082Qa$$

Fórmula8: Regresión lineal múltiple para variables de **T:01-23**

El **cuadro14** indica que ΔT mantiene una correlación moderada en proporción inversa con **SVF**; una correlación débil en proporción directa con **Cs**, una correlación débil en proporción directa con **G** y parcial en proporción directa con **Qa**.

Correlaciones

Variables	SVF	Cs	G	Qa	ΔT	ΔT
SVF	1,0000					-0,7426
Cs	-0,3632	1,0000				0,1958
G	-0,6364	0,6222	1,0000			0,3347
Qa	-0,7796	0,3860	0,5634	1,0000		0,6203
ΔT	-0,7426	0,1958	0,3347	0,6203	1,0000	1,0000

Cuadro14: Correlaciones entre variables de la **fórmula8**.

Transecto T:24-29

$$\Delta T' = 6.,610 - 4.452SVF - 0.595Cs + 4.97E-06G + 0.088Qa$$

Fórmula9: Regresión lineal múltiple para variables de **T:24-29**.

El **cuadro15** muestra que ΔT sostiene una correlación parcial en proporción inversa con **SVF**; una correlación débil en proporción directa con **Cs**, una correlación débil en proporción directa con **G** y una correlación significativa en proporción inversa con **Qa**.

Correlaciones

Variables	SVF	Cs	G	Qa	ΔT	ΔT
SVF	1,0000					-0,5198
Cs	-0,8165	1,0000				0,2042
G	0,4503	-0,4286	1,0000			0,4469
Qa	-0,0567	-0,1239	0,7693	1,0000		0,8305
ΔT	-0,5198	0,2042	0,4469	0,8305	1,0000	1,0000

Cuadro15: Correlaciones entre variables de la **fórmula9**.



Transecto T:30-41

$$\Delta T' = -31.215 - 2.227SVF - 1.943Cs + 1.075E-05G + 1.640Qa$$

Fórmula10: Regresión lineal múltiple para variables de **T:30-41**.

El **cuadro16** delata que ΔT conserva una correlación débil en proporción inversa con **SVF**; una correlación débil en proporción directa con **Cs**, una correlación débil en proporción inversa con **G** y una correlación significativa en proporción directa con **Qa**.

Correlaciones

Variables	SVF	Cs	G	Qa	ΔT	ΔT
SVF	1,0000					-0,3242
Cs	-0,3938	1,0000				0,2071
G	-0,1320	0,4235	1,0000			-0,4148
Qa	-0,2758	0,4165	-0,4321	1,0000		0,8794
ΔT	-0,3242	0,2071	-0,4148	0,8794	1,0000	1,0000

Cuadro16: Correlaciones entre variables de la **fórmula10**.

En consideración al evidente fraccionamiento de coberturas que existe en el punto 35 del **T:30-41**, se ha procedido a determinar el modelo numérico para dos sub-transectos derivados de éste.

Sub-Transecto T:30-35

$$\Delta T' = -37.8028 - 4.553SVF - 1.2555Cs + 2.69E-06G + 1.973Qa$$

Fórmula11: Regresión lineal múltiple para variables de **sub-T:30-35**.

Correlaciones

Variables	SVF	Cs	G	Qa	ΔT	ΔT
SVF	1,0000					-0,4286
Cs	-0,1965	1,0000				-0,3991
G	-0,4065	0,8683	1,0000			-0,3056
Qa	-0,1527	-0,2401	-0,2823	1,0000		0,9120
ΔT	-0,4286	-0,3991	-0,3056	0,9120	1,0000	1,0000

Cuadro17: Correlaciones entre variables de la **fórmula11**.

El **cuadro17** marca que ΔT presenta una correlación débil en proporción inversa con **SVF**, con **Cs** y con **G**, y una correlación significativa en proporción directa con **Qa**.



Sub-Transecto T_{:36-41}

$$\Delta T' = 13.161 - 7.165SVF - 6.311Cs + 2.61E-05G + 0.252Qa$$

Fórmula12: Regresión lineal múltiple para variables de **sub-T:36-41**.

Correlaciones

Variables	SVF	Cs	G	Qa	ΔT	ΔT
SVF	1,0000					-0,1309
Cs	-0,8017	1,0000				-0,4153
G	0,1561	0,0383	1,0000			0,1451
Qa	-0,3058	0,1350	-0,4502	1,0000		0,2121
ΔT	-0,1309	-0,4153	0,1451	0,2121	1,0000	1,0000

Cuadro18: Correlaciones entre variables de la **fórmula12**.

El **cuadro18** sugiere que ΔT tiene una correlación débil en proporción inversa con **SVF** y con **Cs**; una correlación débil en proporción directa con **G** y con **Qa**.

Transecto T_{:42-47}

$$\Delta T' = -2.372 + 5.817SVF - 1.239Cs - 1.79E-05G - 0.051Qa$$

Fórmula13: Regresión lineal múltiple para variables de **T:42-47**.

El **cuadro19** ilustra que ΔT tiene una correlación significativa en proporción directa con **SVF**; una correlación parcial en proporción inversa con **Cs**, una correlación parcial en proporción directa con **G** y una significativa en proporción directa con **Qa**.

Correlaciones

Variables	SVF	Cs	G	Qa	ΔT	ΔT
SVF	1,0000					0,9264
Cs	-0,2561	1,0000				-0,5626
G	0,8013	-0,1659	1,0000			0,6395
Qa	0,7987	-0,6567	0,6946	1,0000		0,8879
ΔT	0,9264	-0,5626	0,6395	0,8879	1,0000	1,0000

Cuadro19: Correlaciones entre variables de la **fórmula13**.



Transecto T:48-63

$$\Delta T' = -0.975 - 0.303SVF + 0.531Cs + 8.42E-06G + 0.467Qa$$

Fórmula14: Regresión lineal múltiple para variables de **T:48-63**

El **cuadro20** indica que ΔT posee una correlación parcial en proporción inversa con **SVF** y **Cs**, una correlación débil en proporción directa con **G** y una correlación moderada en proporción directa con **Qa**.

Correlaciones

Variables	SVF	Cs	G	Qa	ΔT	ΔT
SVF	1,0000					-0,6549
Cs	0,4448	1,0000				-0,5667
G	0,1050	-0,1455	1,0000			0,0912
Qa	-0,7098	-0,6776	-0,3185	1,0000		0,7985
ΔT	-0,6549	-0,5667	0,0912	0,7985	1,0000	1,0000

Cuadro20: Correlaciones entre variables de la **fórmula14**.

Las fórmulas obtenidas para los modelos corroboran que; aun cuando **SVF**, **Cs**, **G** y **Qa** han sido considerados en el análisis de regresión de gradientes térmicos, no intervienen con la misma intensidad en todos los transectos. Además, las correlaciones revisadas dejan claro que es necesaria la consecución de lecturas reales de **Qa** porque tres (3/7) casos se encuentran en el rango de "significativo en proporción directa" y uno (1/7) es "moderado en proporción directa".

Con toda la información que se ha procesado en referencia a la situación real y actual de los componentes del UHI que se encuentran presentes en los transectos considerados, lo que sigue es evaluar la veracidad de la hipótesis planteada por medio de escenarios con condiciones inducidas.



FASE III:

CARACTERIZACIÓN DE

IMPACTOS.



MODELADO PREDICTIVO DE ESCENARIOS HIPOTÉTICOS

ASPECTOS PRELIMINARES

En adelante se hará alusión a términos como “escenarios hipotéticos” e “inducción/modificación controlada de variables”; para la clara comprensión de los mismos se define su significado así:

- Un escenario hipotético es un marco referencial de características físicas inexistentes en un sitio, pero con probabilidades lógicas de implementación.
- La inducción controlada de condiciones es la modificación de algunas variables de un modelo numérico, asistida por ciertos criterios que permitan conservar el modelo dentro de la realidad.

Con la escasa información en disponibilidad se ha logrado modelar aritméticamente la respuesta térmica de los transectos estudiados con respecto a la estación meteorológica fija del aeropuerto para el lapso horario de 18h00 a 22h00 de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2010. La utilidad de las expresiones numéricas definidas, mucho más allá de la estimación de lecturas térmicas para cada lugar de muestra o alguno de sus puntos intermedios, radica en la provisión de una estructura capaz de organizar escenarios en donde sea posible modificar sus variables de manera controlada para generar condiciones ficticias que permitan estudiar el problema desde otras perspectivas.

Por su parte, la hipótesis planteada en esta investigación asegura que la expansión espacial del UHI tiene lugar cuando en un sector de determinadas geometría y cobertura urbana, al ser objeto de regeneración urbana, se replica los acabados de cobertura de un sector de referencia, dentro de esta alteración de las coberturas, surge un segundo escenario hipotético que se relaciona con cambios en usos de suelo.

Hasta aquí, ya son tres los escenarios disponibles para el modelado de impactos ambientales del fenómeno UHI; uno de ellos se analizó en el diagnóstico ambiental y se ajusta a las condiciones reales y actuales de cada transecto, otro estimaría la respuesta térmica respectiva si en cada transecto se remplazaran las coberturas del suelo urbano sin modificar usos de suelo;



y el último presume que, a partir de la modificación anterior, vendrían cambios de usos de suelo.

Para la organización de las variables modificadas y los resultados de los modelos numéricos, se diferenciarán sus símbolos en relación al escenario al que responden, esto es por ejemplo: se sabe que ΔT es el perfil térmico actual de un punto en un transecto y que $\Delta T'$ es la estimación de un perfil según el modelo numérico que se ajusta a las condiciones reales y propias de un transecto; $\Delta T''$ es el perfil térmico que se estimaría en el primer escenario hipotético y, $\Delta T'''$ el del segundo escenario hipotético.

Entonces, en atención a la provisión de características para los nuevos escenarios que permitirán más adelante comprobar las hipótesis, hay que resolver dos situaciones:

1. Determinación de las variables que pueden someterse a modificación controlada.
2. Evaluación de la inercia térmica de las coberturas con posibilidades de participación en la restauración urbana.

Modificación controlada de variables

Como antes se explicó, el marco general de simulación de diferencia de temperaturas tendrá relación con la supuesta importación de coberturas de la "Regeneración urbana" en cada transecto de estudio; el reemplazo consecuente de materiales debe entenderse no como obras de derrocamiento o sustitución sino más bien como el montaje, vertido o superposición de los nuevos materiales sobre los existentes. Obligatoriamente esto implica la no alteración de los valores de ΣA_H , ΣA_M , SVF , BM , menos aún puede pensarse en algún cambio de la profundidad del plano de temperatura constante^{79*}; los que sí son susceptibles de variación son M/A , C_s y P .

⁷⁹ * La profundidad del plano de temperatura constante siempre se mantendrá en 61cm por debajo de la cota de terminación de los acabados, sea cual sea su altitud.



La inercia térmica de la superficie de cobertura

También se explicó en la sección de **definición conceptual de las variables** que el comportamiento térmico de los materiales tiene relación con su inercia térmica "**IT**", capacidad térmica "**C**" y la energía irradiada "**P**" pero se habrá notado que en el **diagnóstico ambiental** no se trabajó con "**IT**" porque ésta, además de depender de las propiedades volumétricas y no de las propiedades de la superficie de los materiales⁸⁰; tampoco es cien por ciento representativa ya que la composición completa del suelo urbano no es homogénea debido a que, en toda obra civil existen varias capas superpuestas de materiales diferentes bajo la cobertura de acabado. No obstante lo anterior, si se descarta la composición total del suelo urbano y tan sólo se toma en cuenta a los materiales que asoman a la superficie, es posible calcular, dentro de los parámetros de homogeneidad requeridos, el valor de inercia térmica.

La inercia térmica "**IT**" se calcula mediante la **fórmula15**, donde "**λ**" es el coeficiente de conducción térmica, "**c**" es el calor específico y "**ρ**" es la densidad.

$$IT = \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho} \quad [J \cdot m^{-2} \cdot K^{-1} \cdot s^{-1/2}]$$

Fórmula15: Inercia térmica.⁸¹

En el paso siguiente se presentan las características de los escenarios hipotéticos y la inducción de sus nuevas condiciones sobre los modelos numéricos de cada transecto para predecir las respuestas térmicas en todos los puntos de muestra. Los resultados de este proceso servirán de base en la medición de los indicadores de la hipótesis planteada para esta investigación, que a su vez sustentarán los argumentos para la respectiva prueba de validez.

⁸⁰ **Use of thermal-inertia properties for material identification;**
<http://dana.ess.washington.edu/Publications/Use%20of%20thermal-inertia%20properties%20for%20material%20identification.pdf>

⁸¹ Vanessa Escalona, **Incidencia de la inercia térmica en edificios de uso intermitente;**
<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/4546/1/Memoria%20pfc%20Vanessa%20Escalona.pdf>



ESCENARIOS HIPOTÉTICOS

En el **anexoB10** se ha preparado un cuadro resumen con los valores asignados para el nuevo modelado según los tres escenarios nombrados antes; los resultados de este anexo han sido calculados exactamente bajo los mismos procedimientos, fórmulas y vínculos de hoja electrónica que los cuadros originales de los **anexosA3, A4, A5a, A6, A7 y A8**, de tal suerte que los datos se ajusten automáticamente con tan sólo reordenar los valores de áreas con discriminación de material.

Características del primer escenario hipotético.

En el primer escenario hipotético se presume que se actualizarán los materiales originales de un transecto a materiales típicos de regeneración urbana; por tanto debe entenderse que a las calzadas de hormigón armado o asfalto se les colocará encima adoquines resistentes al tránsito vehicular y que las veredas de hormigón simple, pasarán a ser revestidas con porcelanato rojo. De esta forma, como los valores de superficie de veredas y calzadas se conservan intactos, se reporta en el **cuadro21** para "j" el área de la superficie existente para "j+1"; para "k+1" el área de "j+2" y; para "k+2", el área de "j+3", el **anexoA3** detalla las implicaciones constructivas en la modificación de coberturas.

Material original		Material nuevo	
Cod.	Descripción	Cod.	Descripción
j+1	hormigón simple	j	porcelanato rojo
j+2	hormigón armado	k+1	calle regenerada de hormigón
j+3	hormigón asfáltico	k+2	calle regenerada de asfalto

Cuadro21: Reordenamiento de materiales de cobertura para modelos numéricos.

Las características de la masa térmica de cobertura están resumidas en el **cuadro22** que también se basa en los datos del **anexoA3**, los resultados de este cuadro residen en las relaciones porcentuales entre las coberturas originales sobre las nuevas.



Características de la masa térmica de cobertura

Cod.	Material de Referencia	IT	C	G
		($\lambda.c.p$) ^{1/2}	c.p.e.A	$\epsilon.A$
j	porcelanato rojo	1324,0557	1542570,45	9,20E-01
j+1	hormigón simple	1774,5873	1547400	8,50E-01
j+2	hormigón armado	2026,7215	1570680	9,20E-01
j+3	hormigón asfáltico	1162,9273	1517088	9,30E-01
j+4	adoquín vehicular de hormigón	1204,7406	1355328	8,10E-01
j+5	césped	547,7226	954280	9,80E-01
j+6	terreno natural	1198,5972	1685283,6	9,50E-01
j+7	agua	1584,4242	2552240	9,50E-01
j+8	adoquín peatonal de arcilla	1443,1840	1543800	9,30E-01
k-1	adoquín vehicular de arcilla	1443,1840	1483440	9,30E-01
k	edificación	2026,7215	315000	9,20E-01
k+1	calle regenerada de hormigón	1204,74	1408920	8,10E-01
k+2	calle regenerada de asfalto	1204,74	1355328	8,10E-01

Relaciones porcentuales

$j/(j+1)$	74,61%	99,69%	108,24%
$(k+2)/(j+3)$	103,60%	89,34%	87,10%
$(k+1)/(j+2)$	59,44%	89,70%	88,04%

Cuadro22: Características de la masa térmica de los materiales de cobertura.

La capacidad térmica "C" está calculada por medio de la **fórmula2**, para esta operación se ha asumido que el área es de 1.00m²; el poder emisivo "G" está determinado por medio de la **fórmula5**, también se ha asumido que la superficie es equivalente a 1.00m². El cuadro de relaciones se fundamenta en la implicación térmica de un supuesto reemplazo de coberturas y se expresa como el cociente entre el material reemplazante y el material actual.

Muchas de las obras públicas de mantenimiento de vialidad en Guayaquil consistieron en extender capas de hormigón asfáltico sobre calzadas existentes de hormigón armado y ahora pocas son las calles que aún conservan expuesto el material original; según el **cuadro22**, si se decidiera actualizar las coberturas urbanas de un sector de calles asfaltadas a calzadas de adoquín, el sistema ganaría alrededor del 3.6% de inercia térmica y se provocaría un mayor retardo en la consecución del equilibrio térmico. Pero también está claro en el caso de las aceras que si se montara sobre el hormigón simple existente placas de porcelanato rojo, la inercia térmica disminuiría en casi la cuarta parte.

Aunque ya se mencionó que "IT" no tiene que ver con las medidas de superficie de los materiales, se concluye en términos gruesos que el sistema "calzada-vereda" ganaría inercia térmica debido a que el área en las calzadas es mayor que la que hay en aceras.



Características del segundo escenario hipotético.

Al inicio del presente capítulo se hizo énfasis en que este segundo escenario hipotético sería derivación del primero debido a que, en muchas ocasiones, la restauración urbana trae consigo adaptaciones de los usos de suelo dentro de los parámetros de compatibilidad regulados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil; incluso puede llegar a producirse una intensificación de algún uso existente. Entonces, esta investigación asimila las nuevas características físicas conferidas a todos los transectos dentro del escenario anterior, como una posibilidad de mejorar los usos de suelo permitidos y condicionados del tipo comercial, lo que conduce también a un incremento de los valores de “**Qa**” por la mayor generación de calor antropogénico que esto implica.

Para fines ilustrativos, el **anexoB1** informa sobre las características de todos los transectos según la normativa urbana vigente y también presenta los valores “**Qa**” establecidos en el **análisis#4** del diagnóstico ambiental para cada transecto. En vista de que no existen referentes de zonas climáticas para usos de suelo en transición, la casilla que contiene el “**Qa posible**” ha de ser determinada por tanteo previo.



MODELADO PREDICTIVO POR ESCENARIOS HIPOTÉTICOS.

A continuación se dará inicio a la inducción de datos en los modelos numéricos ya determinados para conocer la forma en que las nuevas condiciones afectan a la respuesta térmica de los transectos y, sobretodo, encontrar al candidato más idóneo para representar al área de propuesta.

Los **cuadros B10-01** y **B10-02** del **anexo B10** contienen la modificación de las variables y los resultados obtenidos al implementarlas en los modelos numéricos, esta información se refleja gráficamente en los diagramas presentados para cada transecto, cabe comentar que estos cuadros representan el resumen de los **anexos B2, B3, B4, B5, B6, B7 y B8 y B9**. Todo el proceso de cálculo inició en el **anexo B2** básicamente con el cambio de casilla de los valores de área como se indica en el **cuadro 21**.

Transecto T:01-23:

Este transecto será tomado como referencia para los demás porque actualmente representa la máxima expresión en acabados de regeneración urbana, por tanto, no hace falta modelar escenarios que involucren cambio de materiales de cobertura urbana o cambios en usos de suelo.

Transecto T:24-29:

El **diagrama 16** indica que no existe variación realmente apreciable en los perfiles térmicos para el escenario original y el primer hipotético, no obstante, el segundo escenario hipotético muestra un incremento notable.



ΔT en T_{:24-29} según escenarios ' , " y "'.

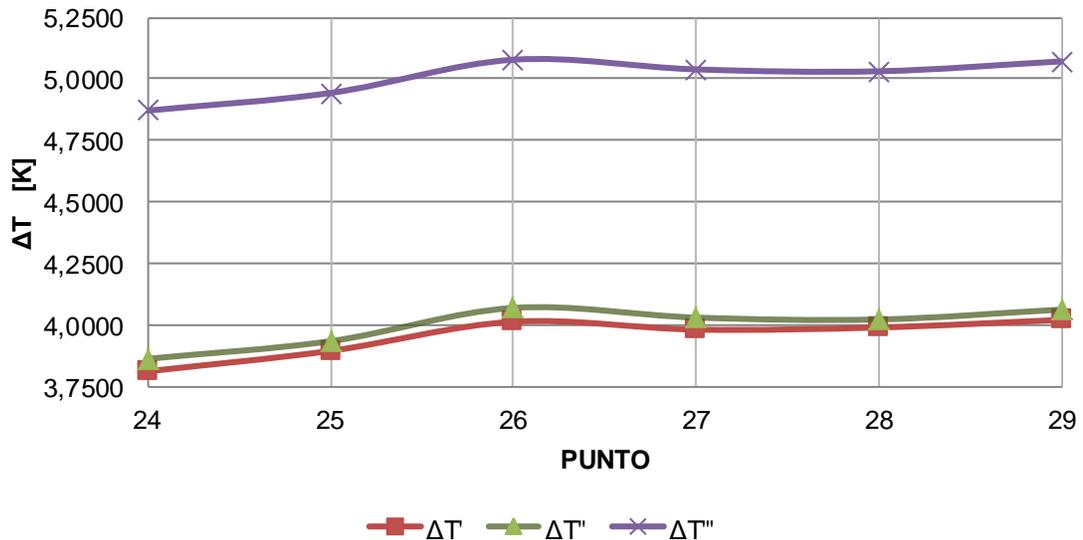


Diagrama16: Respuesta térmica de ΔT en T:24-29 según escenarios #1, #2 y #3.

Los datos de **Qa** han sido tanteados directamente en el modelo, finalmente se decidió suponer que, de producirse también un incremento en la actividad antropogénica, no alcanzaría directamente al valor inmediato superior en la tabla de Stewart I.D. y Oke, sino el de uno intermedio equivalente a 37.5W/m² (ver **cuadroB9-01** del **anexoB9**). El modelo numérico puede ser considerado más adelante porque los perfiles incrementan 1K por cada 12.5W/m² impresos.

Transecto T_{:30-41}:

El **diagrama17** muestra que, al igual que en el transecto anterior, la diferencia entre los perfiles térmicos original y primer hipotético no es muy marcada, pero sí que hay un cambio evidentemente agresivo hacia los valores relacionados con generación de calor antropogénico.



ΔT en T_{:30-41} según escenarios ' , " y "'.

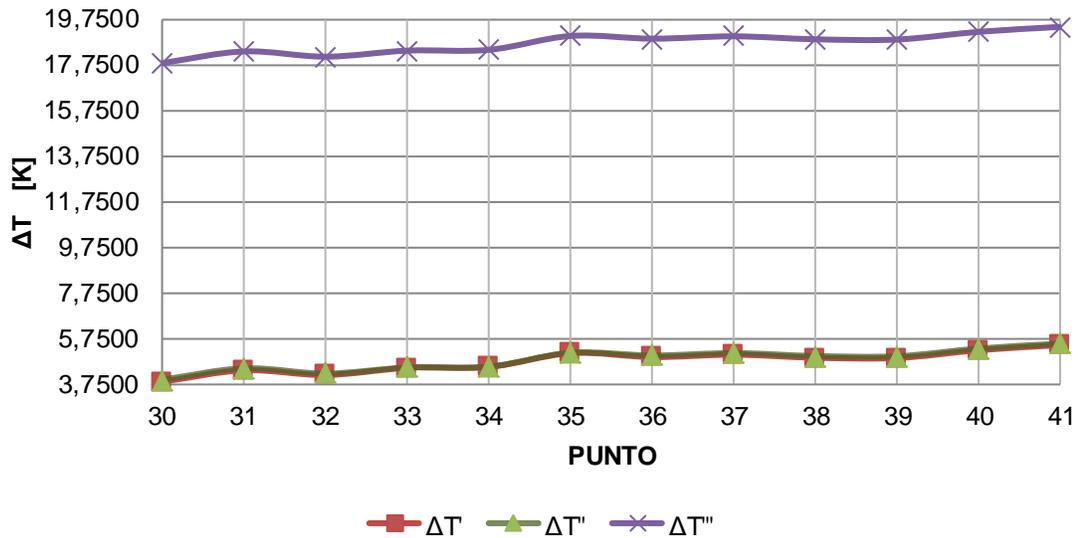


Diagrama17: Respuesta térmica de ΔT en T:30-41 según escenarios #1, #2 y #3.

Luego de presenciar los resultados de los perfiles térmicos arrojados por los **Qa** tanteados en el modelo (ver **cuadroB9-01** del **anexoB9**), se resolvió “simbólicamente” que el valor que representaría al supuesto incremento de calor antropogénico responde también a 37.5W/m²; sin embargo, en vista de que los resultados son excesivamente elevados e incoherentes (la temperatura crece 13.9K por cada 12.5W/m² adicional^{82*} y el modelo alberga a una zona con fraccionamiento de coberturas (hay que recordar que a partir del punto 41 ya no se evidencian acabados de regeneración urbana), se descarta definitivamente este modelo para futuros cálculos.

A continuación se analizan los sub-transectos que se desprenden de T_{:30-41}.

^{82*} Se considera de resultados incoherentes porque, en comparación con los datos reales, el punto más caluroso de la ciudad tiene un perfil térmico actual 5.32K en el transecto T:01-23, y el valor máximo registrado en las tomas de campo (perfil térmico instantáneo) fue de 8.30K para el transecto T:42-47. Ningún punto de la ciudad arroja perfiles térmicos mayores a los mencionados.



Sub-transecto T_{:30-35}.

El **diagrama18** da a conocer la reacción térmica del tramo del transecto de Urdesa que se caracteriza por la existencia parcial de acabados de regeneración urbana; resulta que, aun cuando se mejoren las coberturas de las áreas no abarcadas, los perfiles del escenario hipotético primero tampoco presentan una gran diferencia con el modelo original.

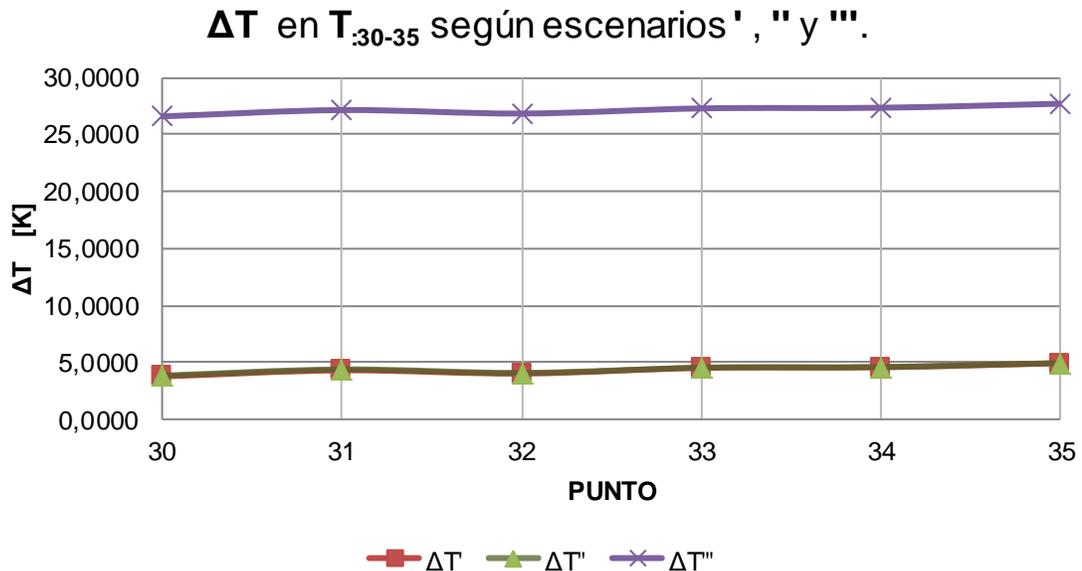


Diagrama18: Respuesta térmica de ΔT en T:30-35 según escenarios #1, #2 y #3.

Con el tanteo de **Qa** mostrado en el **cuadroB9-02** del **anexoB9** y por la similitud de resultados con el transecto anterior, se podría pensar que los lugares que disponen de coberturas de regeneración urbana ya han alcanzado su máximo flujo de calor antropogénico y que no es posible asignarles un valor mayor por tanto; en adelante, el modelo tampoco será tomado en cuenta.

Sub-transecto T_{:36-41}.

El **diagrama19** denota un ambiente más coherente de resultados, existe un incremento muy leve entre el escenario original y el primer hipotético, y uno perceptible con el segundo hipotético.



ΔT en T:₃₆₋₄₁ según escenarios ' , ' ' y ' ' ' .

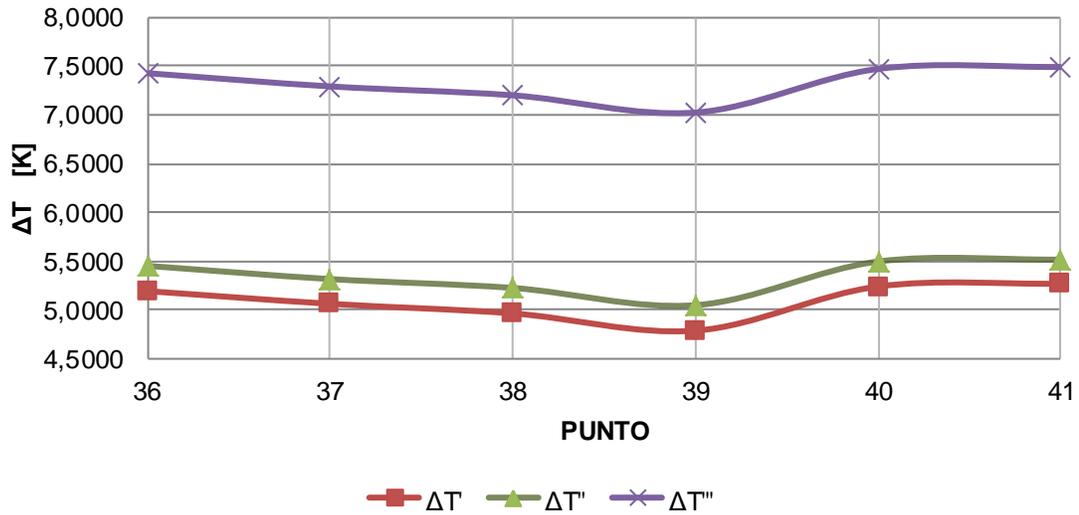


Diagrama19: Respuesta térmica de ΔT en T:36-41 según escenarios #1, #2 y #3.

Incluso el tanteo previo de **Qa** no se aleja de lo realmente posible, no obstante, se eligió un valor de 37.5W/m² (ver **cuadroB9-02** del **anexoB9**) al suponer que la actividad antropogénica no variaría en medida significativa. El modelo puede ser considerado en adelante.

Transecto T:₄₂₋₄₇

El **diagrama20** describe un leve incremento en los valores de los perfiles térmicos del escenario hipotético primero con respecto del escenario original; hasta el momento se ha notado que, para todos los casos, el incremento de temperaturas ocasionado por reemplazo de coberturas de suelo urbano no ha sido significativo, mientras que ocurre lo opuesto con los cambios relacionados con **Qa**.



ΔT en T:₄₂₋₄₇ según escenarios ' , " y "'.

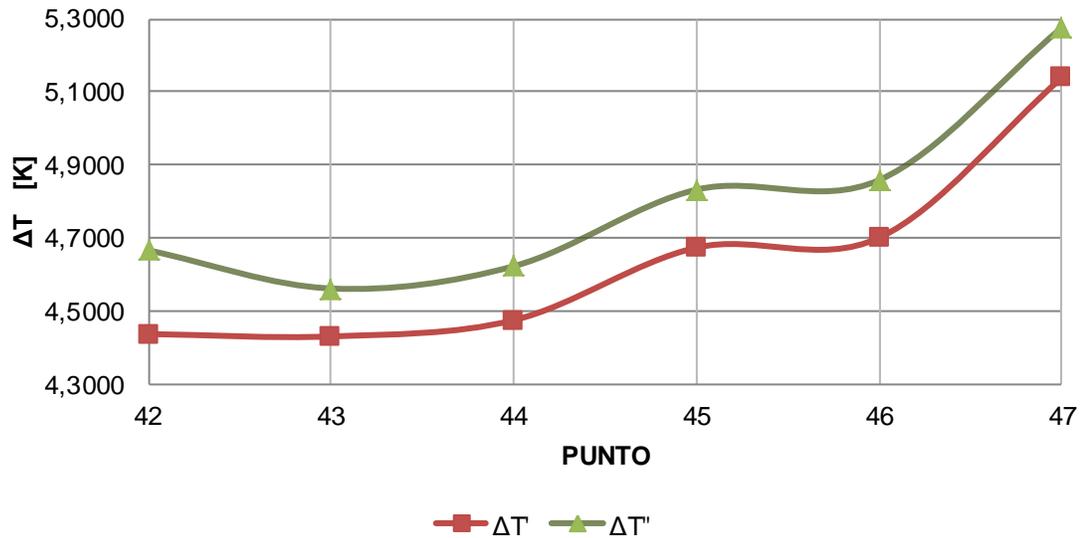


Diagrama20: Respuesta térmica de ΔT en T:₄₂₋₄₇ según escenarios #1, #2 y #3.

Lo expresado en el **cuadroB9-01** del **anexoB9** deja ver con claridad que ΔT disminuye en la medida que disminuye el valor de Q_a ; por una parte, no es posible inducir un escenario en el que aumente el flujo antropogénico porque el Q_a asignado en el modelo original es el máximo existente según la tabla de Stewart & Oke para sitios con las características de T:₄₂₋₄₇; mientras que por otra, no cabe contemplar la reducción de este Q_a debido a que el movimiento comercial del sector difícilmente mermará. De cualquier modo, aunque aparentemente ilógicos por la tendencia inversa, los resultados disminuyen a razón de 1K por cada 12.5W/m². Por lo visto, el modelo no tiene aplicación en otros transectos, en consecuencia se descarta.

Transecto T:₄₈₋₆₃:

El **diagrama21** ilustra la variación de los perfiles térmicos según el escenario inducido; en el caso del primer inducido en comparación con el original se verifica un decremento de temperaturas debido a que los materiales naturales poseen mayor capacidad térmica que los de construcción. Hay que tener presente también que, para este caso, sólo se actualizó la superficie de tierra natural al 70% de césped y 30% de camineras de adoquín, bajo el supuesto de que pueda emplear el área de derecho de vía como zona provisional de esparcimiento; en cambio, no se asumió que se adoquinaría la



calzada de la autopista debido al riesgo que representaría el material en una vía de alta velocidad. Por parte del segundo escenario hipotético se muestra que al asignar un Q_a de $17.5W/m^2$ se presencia un crecimiento fuerte en los valores de temperatura.

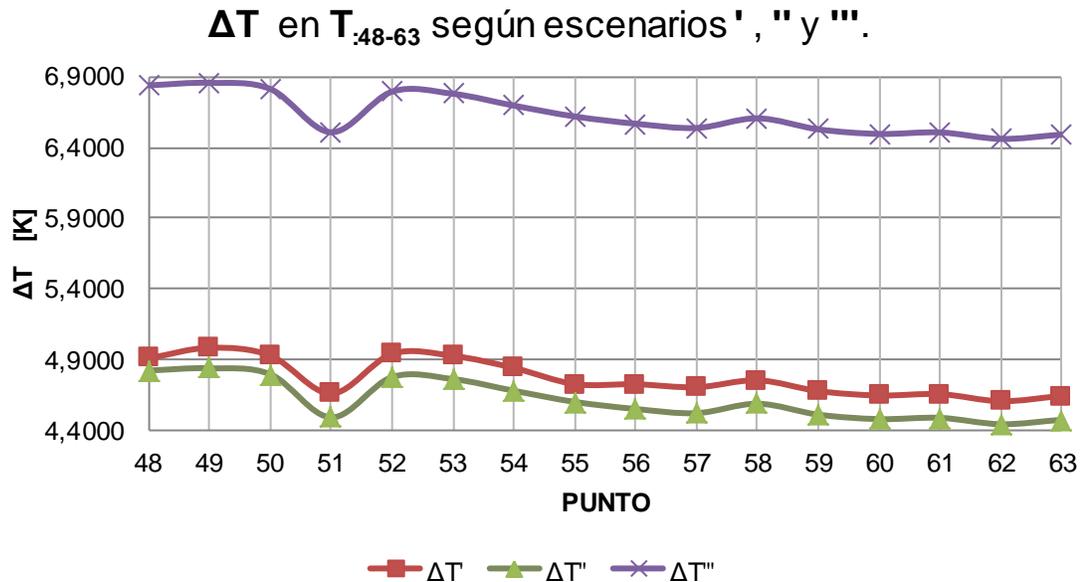


Diagrama21: Respuesta térmica de ΔT en T:48-63 según escenarios #1, #2 y #3.

El **cuadroB9-01** del **anexoB9** delata que la temperatura se incrementa a razón de 2K por cada $7.5W/m^2$ agregados. Hay que tener presente que el modelo de este transecto se emplaza exactamente sobre la autopista Guayaquil-Salinas y tan sólo abarca hasta lo que le corresponde como derecho de vía, no incluye a ninguna de las urbanizaciones por la dificultad de acceso a su interior para tomar datos, por esta razón el modelado de escenarios hipotéticos en T:48-63 es de carácter protocolario. El modelo no puede ser empleado para predecir los valores térmicos de las urbanizaciones.

La aclaración anterior es válida en el sentido de que se requiere elaborar un modelo numérico para el área de propuesta que comprende a la parte residencial de este transecto y, ante la reiterada ausencia de los datos pertenecientes a diversos puntos del sitio, habrá que elegir de entre los modelos numéricos disponibles uno que se aproxime a las condiciones físicas y que tolere un buen rango de valores Q_a afines a usos de suelo comercial y residencial.



MEDICIÓN DE INDICADORES DE HIPÓTESIS

En esta etapa se determinará si la expansión espacial del UHI efectivamente depende de la medida en que se importen las coberturas urbanas de un sector de referencia sin ocasionar modificaciones formales en el entorno. En este caso el sector a emular responde al Blvd. 9 de octubre (T:01-23) debido a que, como primera restauración vial hecha en la ciudad para el siglo XXI, contiene todas las características que hoy caracterizan a las coberturas de la regeneración urbana de Guayaquil. La comprobación de la hipótesis se logrará a partir de la interpretación de las respuestas que arrojen los indicadores preparados para cada una de sus variables identificadas.

A continuación, en el **cuadro23** se muestran los resultados ordinales que arrojan los indicadores elaborados para cada variable, toda la información numérica que respalda este contenido se halla en los **anexosB11a, A10 y B12a**. Debe recordarse que los indicadores X1, X2 y Y1 contienen información sobre la situación actual de cada transecto y que las variables Z1 y Z2 incluyen los escenarios hipotéticos.

Resumen de referencias ordinales de los indicadores principales						
	X1	X2	Y1	Z1''	Z1'''	Z2
T:01-23	VALOR MUY ELEVADO.	FUERTE SIMILITUD	GRAN SIMILITUD	-----	-----	POTENCIAL FUERTE
T:24-29	VALOR MEDIO.	POCA SIMILITUD	SIN SIMILITUD	INCREMENTO DESPRECIABLE	INCREMENTO MUY ALTO	POTENCIAL MEDIANO
T:30-41	VALOR MEDIO.	FUERTE SIMILITUD	SIN SIMILITUD	INCREMENTO DESPRECIABLE	RESULTADO INCONSISTENTE	POTENCIAL MEDIANO
T:30-35	VALOR MEDIO.	FUERTE SIMILITUD	SIN SIMILITUD	INCREMENTO DESPRECIABLE	RESULTADO INCONSISTENTE	POTENCIAL MEDIANO
T:36-41	VALOR MEDIO.	SIN SIMILITUD	SIN SIMILITUD	INCREMENTO MEDIANO	INCREMENTO MUY ALTO	POTENCIAL MEDIANO
T:42-47	VALOR ELEVADO.	POCA SIMILITUD	SIN SIMILITUD	INCREMENTO BAJO	INCREMENTO BAJO	POTENCIAL BAJO
T:48-63	VALOR ELEVADO.	SIN SIMILITUD	SIN SIMILITUD	INCREMENTO NULO	INCREMENTO MUY ALTO	POTENCIAL DESPRECIABLE

Cuadro23: Resultados cualitativos de indicadores principales de las variables de la hipótesis.

Nótese que en el **cuadro23** se ha dado poca importancia al color del texto correspondiente a T:30-41 porque será descartado definitivamente para dar lugar al empleo de sus sub-transectos, que son más específicos. Por otro lado, el cuadro muestra que tres de seis transectos poseen un valor elevado de capacidad térmica superficial, dos de seis tienen un valor elevado y existe



una con un valor muy elevado. Sin contar a T:01-23 que es el transecto de referencia para establecer la similitud en coberturas urbanas, dos de cinco tienen poca similitud con el referente; uno de ellos presenta gran similitud y otro carece de ella. De la misma forma, con T:01-23 como referente, ningún transecto posee similitud con éste en geometría urbana. Al aplicar el primer escenario hipotético sobre los modelos mientras se toma nuevamente a T:01-23 como referente, se aprecia que todos los transectos incrementan su temperatura (ver también **diagrama22**) pero, existen dos transectos de cinco en total que incrementan despreciablemente su temperatura, otro que no presenta incremento, otro que tiene un bajo incremento y uno que presenta un incremento mediano. El segundo escenario también influye de manera creciente en las temperaturas; para este caso el incremento es muy alto en tres de cinco casos, es bajo en uno e inconsistente en otro. Finalmente, tres de seis casos presentan un potencial de expansión espacial del UHI de mediana intensidad, uno es bajo, otro es despreciable y hay uno fuerte.

La descripción anterior demuestra que, independientemente de la similitud en geometría urbana, al alterar los valores de coberturas urbanas y aproximarlos al del referente, se produce un incremento de temperaturas en alguna medida. Adviértase también que las relaciones existentes entre el indicador de incremento de temperaturas y el de expansión espacial en la mayoría de los casos son consecuentes; es decir que, por la estadística mostrada^{83*}, un incremento de temperaturas posibilita la expansión espacial.

^{83*} Para el primer escenario hipotético, dos casos de incremento despreciable (2/5) y uno de incremento mediano (1/5) conducen a un potencial mediano de expansión del UHI, un incremento bajo (1/5) a un potencial bajo y, un incremento nulo (1/5), a un potencial despreciable. Para el escenario hipotético segundo, dos incrementos muy altos (2/5) y un resultado inconsistente (1/5) conducen a un potencial mediano; un incremento bajo (1/5) a un potencial bajo y un incremento muy alto (1/5) a un potencial despreciable.

A consecuencia de lo explicado, los incrementos de temperatura “bajos”, implican un potencial de expansión del UHI “bajo”; los “despreciables” y “medianos” (con posibilidades de llegar hasta “muy altos”) conducen a un potencial “mediano”.



RESULTADOS

El **diagrama22** es una herramienta para comparar los perfiles térmicos promedio de cada transecto según los tres escenarios establecidos; nótese que los escenarios hipotéticos #2 y #3 presentan incremento con respecto al escenario real, de imperceptible a ligero en el caso del #2 y de moderado a desmesurado en el #3 entonces; por lo visto, es coherente suponer que los materiales de regeneración urbana tornan más caluroso un sector por la inercia térmica adicional.

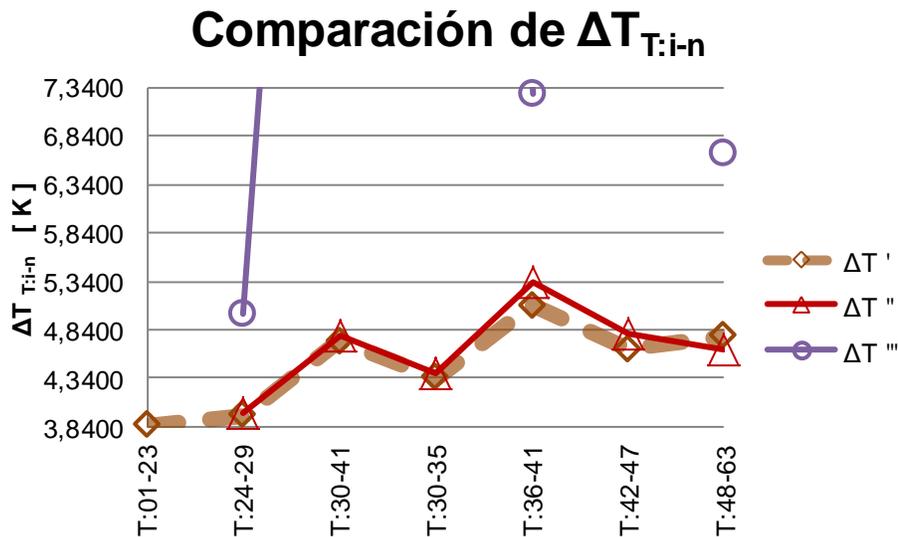


Diagrama22: Comparación entre perfiles térmicos promedio de los transectos en todos los escenarios.

No obstante todo lo anterior, se debe mencionar que los resultados cualitativos obtenidos del **cuadro23** se encuentran muy por debajo de lo que se intuyó desde el principio de esta investigación, cuando se calificaba a los materiales de regeneración urbana de Guayaquil como “culpables” de la intensificación de los perfiles térmicos una vez que eran aplicados en un nuevo sitio. Hasta aquí toda la información discernida coincide en que la intensidad del UHI en una ciudad con las características de Guayaquil no depende cien por ciento de las coberturas o de la geometría, pero sí demuestran que los flujos de calor antropogénico tienen mucho que ver.

En seguida se elegirá, de entre los modelos numéricos disponibles, uno que pueda ser adaptado al área de propuesta para proceder con la caracterización de impactos ambientales.



SELECCIÓN DEL MODELO NUMÉRICO MÁS APTO PARA LAS URBANIZACIONES DE LA AUTOPISTA GUAYAQUIL-SALINAS

En el modelado predictivo para T:48-63 se explicó que el área superficial del transecto corresponde al derecho de vía de la autopista Guayaquil-Salinas, lo que inevitablemente hace que las características del transecto elegido no representen al área residencial tras la línea de fábrica. Esta investigación intenta proveer de medidas de prevención de la formación agresiva del fenómeno UHI en el sector residencial de la autopista Guayaquil-Salinas, que no se encuentra precisamente al pie de la vía, por eso es necesario establecer un modelo numérico de predicción para estudiar una respuesta térmica aproximada; inconvenientemente la única vía para ello es la adaptación de uno de los que se desarrollaron en el capítulo anterior en vista de la imposibilidad de acceso nocturno para la toma de temperaturas en las urbanizaciones cerradas existentes en el sector por obvias políticas internas de seguridad y privacidad.

Para la elección del modelo numérico primero se hará una comparación visual de las características físicas de los transectos para eliminar los que no sean de utilidad, también se tendrá en cuenta los valores de **Qa** y **SVF** promedio; en este proceso intervienen los **cuadros 24** y **25** que contienen imágenes satelitales de las áreas inmediatas a los transectos, no se ha incluido a T:01-23 porque la zona de propuesta no tolera densidades habitacionales altas.

El **cuadro 24** muestra a la ciudadela Puerto Azul que se ubica en el km10 de la vía a la Costa como el nuevo transecto T:64-68. Sus características de edificación son representativas de las demás urbanizaciones existentes en el sector porque la normativa aprueba densidades habitacionales baja y media con rangos de altura entre una y tres plantas; los terrenos tienen 240m² o más y existe alrededor de un 10% de áreas verdes. Pero por el contrario, es difícil afirmar que esta ciudadela sea totalmente representativa de la tendencia general en empleo de coberturas de suelo urbano. Este cuadro también muestra a la ciudadela Urdesa que, por la tipología de las construcciones, presenta similitud con las viviendas de Puerto Azul, pero evidentemente el porcentaje de áreas verdes está limitado casi exclusivamente al parterre de la vía y el movimiento comercial es definitivamente mucho mayor. Otro factor común, aunque no decisivo, es la relativa cercanía con un cuerpo de agua (estero Salado).



	T:64-68	T:30-35 y T:36-41
	Puerto Azul (km10 autopista Guayaquil-Salinas).	Urdesa central (Av. Víctor Emilio Estrada).
Vista general		
Vista ampliada		
SVF	0,9104	0,9070
Qa	25	25

Cuadro24: Imágenes satelitales de T:64-68, T:30-35 y T:36-41.⁸⁴

	T:24-29	T:42-47
	Cdla. Bolivariana (Av. Fortunato Safadi Emen).	Suburbio oeste (Calle Portete de Tarqui).
Vista general		
Vista ampliada		
SVF	0,9177	0,8918
Qa	25	75

Cuadro25: Imágenes satelitales de T:24-29 y T:42-47.⁸⁵

⁸⁴ Imágenes obtenidas de Google Earth.

⁸⁵ Imágenes obtenidas de Google Earth.



Isla de calor en expansión

El **cuadro25** muestra la ciudadela Bolivariana que se encuentra al pie de T:24-29 y a una de las vías principales del suburbio oeste, la calle Portete, por la que pasa T:42-47. Las residencias de T:24-29 responden a la clase media, se emplazan en solares de 200m² o más, no exceden los dos pisos de altura y se han adaptado sus plantas bajas al uso comercial, también se encuentran edificios más grandes de bloques de aulas, oficinas y auditorios que pertenecen a la ciudadela universitaria; por su parte, las edificaciones de T:42-47 son más “precarias”, se ubican en solares mucho menores en tamaño, combinan el uso residencial y comercial y en general no exceden las dos plantas de altura; para ambos casos las áreas verdes prácticamente inexistentes.

Por la descripción visual anterior puede concluirse que los modelos numéricos de T:30-35, T:36-41 y T:24-29 son candidatos potenciales por su similitud en ciertos aspectos, pero hay que seguir con la búsqueda del modelo más apto. **SVF** informa sobre las características geométricas del entorno, no sobre las edificaciones en particular, por lo que puede lograrse un mismo valor al comparar entornos de edificaciones de escasa altura en calles estrechas contra entornos de rascacielos en avenidas de mayor sección vial; el mensaje es aplicable para el caso de T:24-29 que hacia el lado este del transecto tiene muchas edificaciones de escasa altura, mientras que hacia el oeste tiene pocos edificios pero con alturas mayores y gran masividad, entonces definitivamente ni T:30-35 ni T:36-41 son iguales que T:24-29, por lo que se descarta a este último.

En adelante, se analizará por separado los resultados de los modelos numéricos para T:30-35 y T:36-41 aplicados sobre las condiciones reales existentes del sector resumidas en los **cuadros26** y **27** para determinar la validez al momento de la adaptación.

La **figura27** muestra un sector de la ciudadela Puerto Azul, que es donde se emplaza el transecto T:64-68, éste nace en el boulevard que se forma en la entrada#2(Av. Josefa de Azoategui - Av. 60SO). Para esta ruta se han establecido cinco puntos de toma de muestras cuya información se detalla en el **anexoB15**.



Isla de calor en expansión

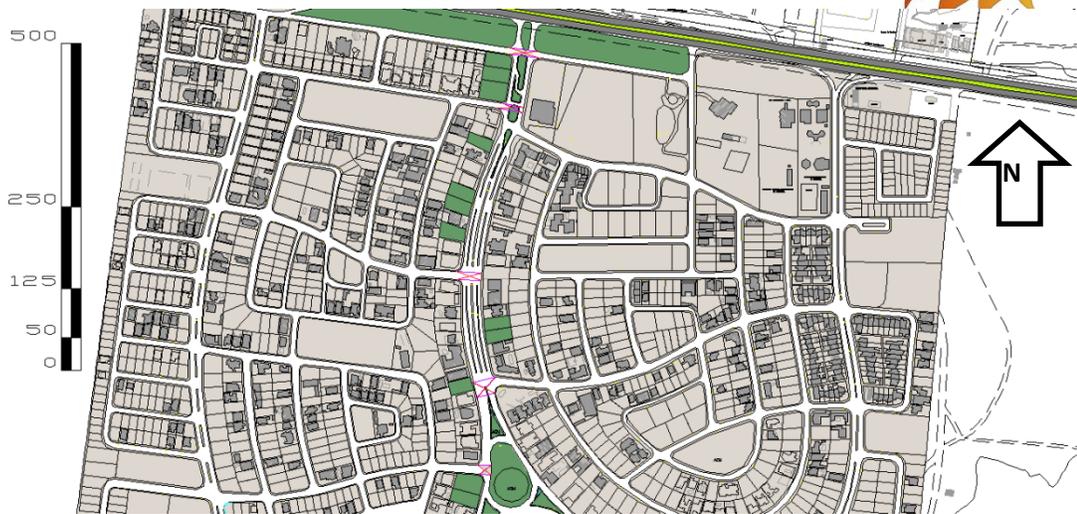


Figura27: Urbanización Puerto Azul.^{86*}

Punto	Vía	Nomenclatura alfa-numérica/ Referencia	Variables				
			SVF [-]	Cs [MJ/(K.m ²)]	G [m ²]	Qa [W/m ²]	ΔT' [K]
64	Autopista Guayaquil - Salinas	EJE E - O	0,9630	1,1512	16204,1331	24,0000	3,7515
65	Victoria Concha de Valdez	CALLE 1 SO	0,8190	1,2898	24398,7647	24,2500	4,7484
66	Elisa Roca de Roca	CALLE 2 SO	0,9060	1,2887	27365,7581	24,5000	4,8548
67	Rafaela Valdez de Concha	CALLE 3 SO	0,9450	1,2876	14610,3862	24,7500	5,1374
68	Elisea Febres Cordero de Valde	CALLE 5 SO	0,9190	1,2147	21797,9716	25,0000	5,8597

$\Delta T' = -37,8028 - 4,553SVF - 1,2555Cs + 2,69E-06G + 1972523,1793Qa$ ----> modelo numérico de T:30-35

Cuadro26: Resumen de variables existentes en T:64-68 y proyección del perfil térmico de cada punto según fórmula11.

Punto	Vía	Nomenclatura alfa-numérica/ Referencia	Variables				
			SVF [-]	Cs [MJ/(K.m ²)]	G [m ²]	Qa [W/m ²]	ΔT' [K]
64	Autopista Guayaquil - Salinas	EJE E - O	0,9630	1,1512	16204,1331	24,0000	5,4777
65	Victoria Concha de Valdez	CALLE 1 SO	0,8190	1,2898	24398,7647	24,2500	5,9115
66	Elisa Roca de Roca	CALLE 2 SO	0,9060	1,2887	27365,7581	24,5000	5,4355
67	Rafaela Valdez de Concha	CALLE 3 SO	0,9450	1,2876	14610,3862	24,7500	4,8937
68	Elisea Febres Cordero de Valde	CALLE 5 SO	0,9190	1,2147	21797,9716	25,0000	5,7905

$\Delta T' = 13,1606 - 7,1653SVF - 6,3108Cs + 2,61E-5G + 0,2525Qa$ ----> modelo numérico de T:36-41

Cuadro27: Resumen de variables modificadas en T:64-68 y proyección del perfil térmico de cada punto según fórmula12.

^{86*} En sector de interés de la Av.60NO se ha graficado las edificaciones de existencia actual a partir del montaje del plano original de catastro provisto por la MIMG con una imagen satelital disponible en Google Earth.



Isla de calor en expansión

Se pudo entender desde el diagnóstico ambiental que las coberturas vegetales del tipo rastrero (maleza y matorrales en general) poseen una elevada capacidad calorífica porque gran parte de la masa térmica considerada responde a tierras naturales. Debido a la imposibilidad de cuantificar áreas de cobertura reales por la ausencia de un inventario de especies, siempre se obvió la presencia de árboles y arbustos que son los que reciben directamente la radiación solar en la parte superior de sus copas e impiden que otros elementos de mayor capacidad calorífica como el suelo sean afectados. En la vía a la costa de hoy en día, por la presencia de urbanizaciones en desarrollo, las especies arbóreas de importancia prácticamente se ubican exclusivamente en el parterre central, lo que hace que el sector efectivamente posea una fuerte capacidad térmica.

Si se compara el valor **Cs** para el punto48 de T:48-63 que corresponde a la entrada de Puerto Azul aún en el carretero (**ver anexoA8**), con el máximo **Cs** existente al interior de esta misma urbanización (punto64), se obtiene una relación de 1.2622:1.0000, lo cual claramente confirma la mayor capacidad térmica de la autopista. En concordancia con las relaciones de proporcionalidad de la **fórmula7**, es lógico que existan temperaturas mayores a $4.90K^{87*}$ al interior de la urbanización, como lo confirman casi todos los puntos del **cuadro27**; sin embargo, el **cuadro26** muestra temperaturas menores que la vía, lo que concuerda simbólicamente con lo que sugieren los colores de la **figura2** (vía más calurosa que urbanizaciones), por ello se descarta la **fórmula12** como modelo aplicable.

Entonces la **fórmula11** se corona como modelo numérico más apto para representar a las urbanizaciones relacionadas con T:48-63, y será empleada para futuras operaciones predictivas de perfiles térmicos. Incluso esta expresión aritmética presenta cierta versatilidad debido a que originalmente fue concebida con variables que indicaban la presencia de acabados de regeneración urbana, cuyos elementos característicos son infaltables en los nuevos asentamientos urbanos.

⁸⁷* Perfil térmico del punto 48 (**ver anexoA12**) al pie de la autopista Guayaquil-Salinas frente a la ciudadela Puerto Azul.



CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

COMENTARIOS PREVIOS

Esta parte de la investigación define de manera cuantitativa la incidencia ambiental de las actividades antropogénicas relacionadas con la implementación, uso y disposición final de obras civiles sobre el ecosistema en transición de natural/rural a urbano, correspondiente a la zona residencial de la autopista Guayaquil – Salinas; está claro entonces que, en el presente estudio, el sujeto de análisis de impactos al medio ambiente es el proceso de urbanización planificada hacia el sector residencial de la vía a la costa. Para los fines pertinentes se debe comunicar que, por mero cumplimiento de formalidades, se ha extendido este estudio de relevancia a varios componentes ambientales y su ponderación ha sido realizada subjetivamente muy en base a la apreciación particular del autor debido a que el interés de la presente investigación se centra exclusivamente en los impactos térmicos.

Más adelante se empleará como formato de organización a la matriz causa-efecto de Leopold, en donde se simplifica al proceso de urbanización-habitación en cuatro fases a saber: obras civiles de urbanización, obras civiles de construcción, operación y disposición final. Esta matriz ordena a las actividades antropogénicas de cada fase como posibles causales de impactos a los componentes ambientales y, para el respectivo dimensionamiento de los efectos ocasionados, se basa en las escalas de ponderación referenciales que constan en el documento “*El estudio del impacto ambiental*”⁸⁸.

Contrario a cualquier calificación subjetiva, los impactos de naturaleza térmica sí responden a una ponderación objetiva; esta puede obtenerse mediante el empleo de los resultados del modelo discernido para el sector de propuesta (**fórmula11**) como insumos en las cartas bioclimáticas de Givoni para Guayaquil; estas últimas fueron graficadas automáticamente por la función subordinada **Weather Tool** del programa **Autodesk Ecotect Analysis** al ingresar los datos meteorológicos de Guayaquil de todo el año 2009 que fueron provistos por la estación del **INAMHI** ubicada en la ciudadela Universitaria-UG (**ver anexosA11b**).

⁸⁸ <http://www.exactas.unlpam.edu.ar/academica/catedras/resProblemasAmb/Unidad6/VIA.pdf>



Lo que sigue es determinar progresivamente los insumos de carácter térmico para alimentar a la matriz de EIA.

ESTIMACIÓN DE PERFILES TÉRMICOS Y TEMPERATURAS A PARTIR DEL MODELO.

Ya se estableció que sería la **fórmula11** la que se emplee en las predicciones de temperaturas para las diversas urbanizaciones de T:48-63, entonces como sector representativo se ha elegido nuevamente el T:64-68 de la ciudadela Puerto Azul para inducir solamente el primer escenario hipotético (se descarta que el sector incremente actividad comercial por ser una urbanización residencial). El **cuadro28** muestra los resultados térmicos obtenidos cuando se han actualizado las coberturas varias de hormigón simple en aceras a porcelanato rojo y de hormigón asfáltico a adoquín vehicular multicolor en las calzadas.

Punto	Vía	Nomenclatura alfa-numérica/ Referencia	Variables				
			SVF [-]	Cs'' [MJ/(K.m2)]	G'' [m^2]	Qa'' [W/m^2]	ΔT '' [K]
64	Autopista Guayaquil - Salinas	EJE E - O	0,9630	1,1412	16270	24,0000	3,7643
65	Victoria Concha de Valdez	CALLE 1 SO	0,8190	1,2769	24554	24,2500	4,7650
66	Elisa Roca de Roca	CALLE 2 SO	0,9060	1,2752	27518	24,5000	4,8721
67	Rafaela Valdez de Concha	CALLE 3 SO	0,9450	1,2723	14693	24,7500	5,1568
68	Elisea Febres Cordero de Valla	CALLE 5 SO	0,9190	1,2038	21873	25,0000	5,8736

$\Delta T' = -37,8028 - 4,553SVF - 1,2555Cs + 2,69E-06G + 1972523,1793Qa$ ----> modelo numérico de T:30-35

Cuadro28: Resumen de variables modificadas en T:64-68 y proyección del perfil térmico de cada punto según **fórmula11**.

El **cuadro28** confirma un leve incremento de temperaturas, lo cual está acorde con los resultados hipotéticos previstos en otros transectos al modificar las coberturas, se comprueba a la vez que el modelo es funcional.

Pero los resultados del modelo no son de gran ayuda si no se los vincula con los datos de la estación meteorológica fija de referencia, entonces se recuperará la información de la media anual mínima^{89*} para 2010 registrada por la estación 842030 (SEGU) y se sumará al promedio de los perfiles térmicos previstos ya que este último posee signo positivo, así:

ΔT promedio = 4.89K ó 4.89°C

^{89*} Se asume que la temperatura media mínima de todo el año se produce en horas de la noche, donde el fenómeno UHI tiene manifiesto.



Temperatura mínima media anual (2010) = 22.7°C⁹⁰

Temperatura media resultante = **27.59°C**

Con la finalidad de establecer rangos de acción para el valor obtenido, al revisar los datos horarios registrados por la estación 842030(SEGU) durante el período en que se tomó las temperaturas en todos los transectos, se encontró que la mínima instantánea registrada responde a 20°C y la máxima instantánea a 27°C. El rango de acción resultante, en consecuencia, es de **24.89°C a 31.89°C**, esta información será superpuesta en las cartas bioclimáticas siguientes.

DETERMINACIÓN DE IMPACTO TÉRMICO A PARTIR DE CARTAS BIOCLIMÁTICAS.

Es conocido que la carta bioclimática de Givoni muestra los rangos de tolerancia higr-térmica (confort) sin el empleo de sistema alguno de climatización para el desarrollo de actividades humanas que van desde sedentarismo hasta las que son agotadoras, pero los diagramas psicrométricos generados por **Autodesk Weather Tool** tienen en cuenta la sensación térmica según el grado de actividad e incluyen también rangos de confort que involucran sistemas de climatización pasiva como ventilación natural, aprovechamiento de masa térmica, enfriamiento nocturno y evaporación adiabática así como también sistemas activos de climatización mecánica como ventilación forzada y acondicionamiento de aire.

En consideración a que el UHI es un fenómeno nocturno y que la actividad nocturna en un sector residencial de compatibilidad comercial como el de la zona de propuesta es significativamente reducida, se trabajará con las cartas bioclimáticas de actividad ligera y sedentaria para determinar qué sistema de climatización es óptimo para tolerar las altas temperaturas, pues debe entenderse que, de requerirse climatización activa, se propicia la producción de los gases de invernadero que contribuyen a la intensificación del UHI.

Los **diagramas 23 y 24** muestran los cuadros psicrométricos de Guayaquil para actividades sedentaria y ligera respectivamente. La nube en la gama del color verde muestra la frecuencia con que se repiten las condiciones

⁹⁰ http://www.tutiempo.net/clima/Guayaquil_Simon_Bolivar/842030.htm



meteorológicas horarias locales en un año, tanto más sólido es el color, mayor frecuencia; nótese que también se ha marcado en gama de rosado el rango de las temperaturas de bulbo húmedo y humedad relativa en donde se emplaza la temperatura media resultante (estrella de cuatro puntas) dentro del rango de acción determinado. Por su parte, la línea en color azul marca el contorno de la zona de confort higro-térmico que no requiere de sistema alguno de climatización; la línea anaranjada marca una zona de confort alternativo a base a refrigeración indirecta por evaporación adiabática y la línea cian muestra el rango para el confort logrado con la eliminación nocturna del aire interior de un recinto que ha ganado energía radiada por masa térmica del edificio; en ninguno de los tres casos hay una superposición relevante de los rangos de confort con la nube, por tanto son sistemas no funcionales para este medio. Contrario de lo anterior, la línea verde marca una zona de confort alternativo en base a ventilación natural que sí abarca buena parte de la nube (incluso el rango en gama del rosado).

Psychrometric Chart

Location: Guayaquil, Ecuador
Frequency: 1st January to 31st December
Weekday Times: 08:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 08:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

SELECTED DESIGN TECHNIQUES:
■ thermal mass effects
■ exposed mass + night-purge ventilation
■ natural ventilation
■ indirect evaporative cooling

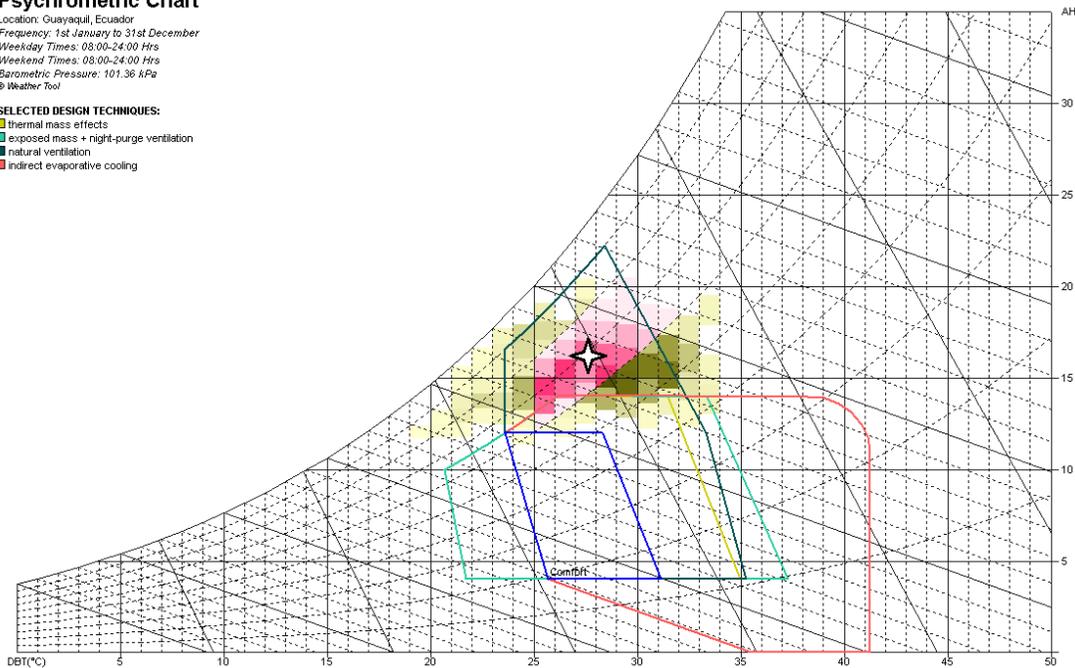


Diagrama23: Carta psicrométrica de Guayaquil para actividad sedentaria.^{91*}

^{91*} Modificación de la carta psicrométrica anual de Guayaquil elaborada en el Weather Tool de Autodesk Ecotect Analysis con los datos meteorológicos del INAMHI.



Psychrometric Chart

Location: Guayaquil, Ecuador
Frequency: 1st January to 31st December
Weekday Times: 08:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 08:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

SELECTED DESIGN TECHNIQUES:

- thermal mass effects
- exposed mass + night-purge ventilation
- natural ventilation
- indirect evaporative cooling

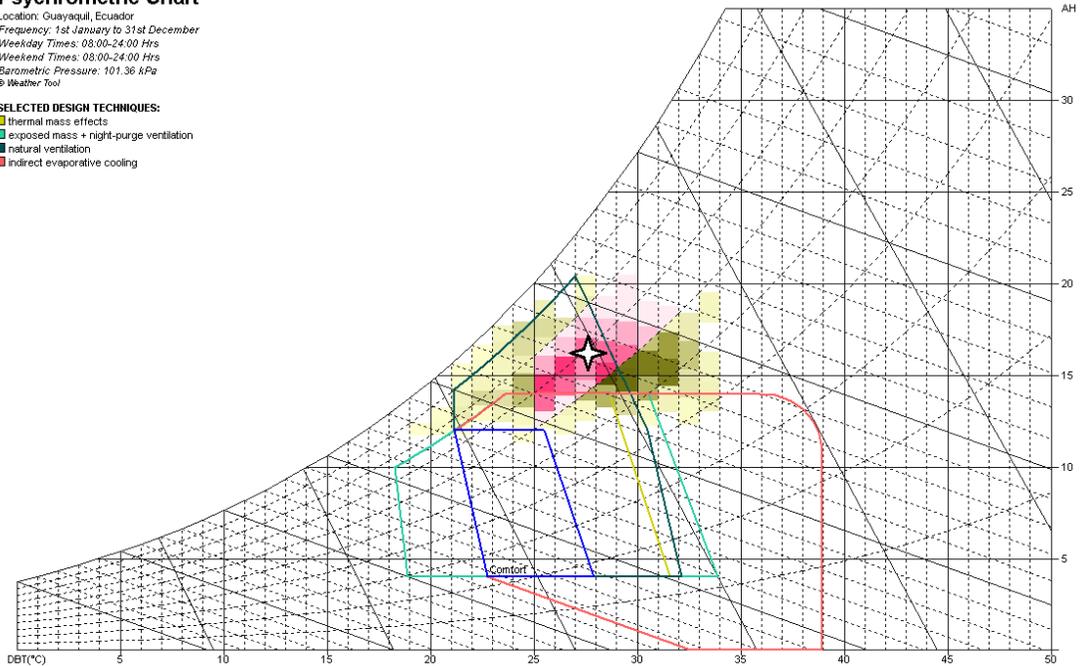


Diagrama24: Carta psicrométrica de Guayaquil para actividad ligera.^{92*}

Por supuesto, este último sistema funcionaría eficientemente siempre que las condiciones de renovación natural del aire en un edificio (cruzada o forzada por convección) sean correctas. Habitualmente, la solución más rápida en Guayaquil para combatir las deficiencias de enfriamiento del aire viciado está en el empleo indiscriminado de sistemas de climatización mecánica, específicamente el acondicionador de aire – esa es la solución día/noche por defecto. El **diagrama25** indica que, con los valores actuales de velocidad de viento de la ciudad, bastaría con diseñar los edificios con prioridad a captar la ventilación natural para resolver los inconvenientes de confort higro-térmico, de hecho, la zona en donde se requiere climatización artificial se encuentra fuera de la nube.

^{92*} Modificación de la carta psicrométrica anual de Guayaquil elaborada en el Weather Tool de Autodesk Ecotect Analysis con los datos meteorológicos del INAMHI.



Psychrometric Chart

Location: Guayaquil, Ecuador
Frequency: 1st January to 31st December
Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool
HLITE: Active Cooling

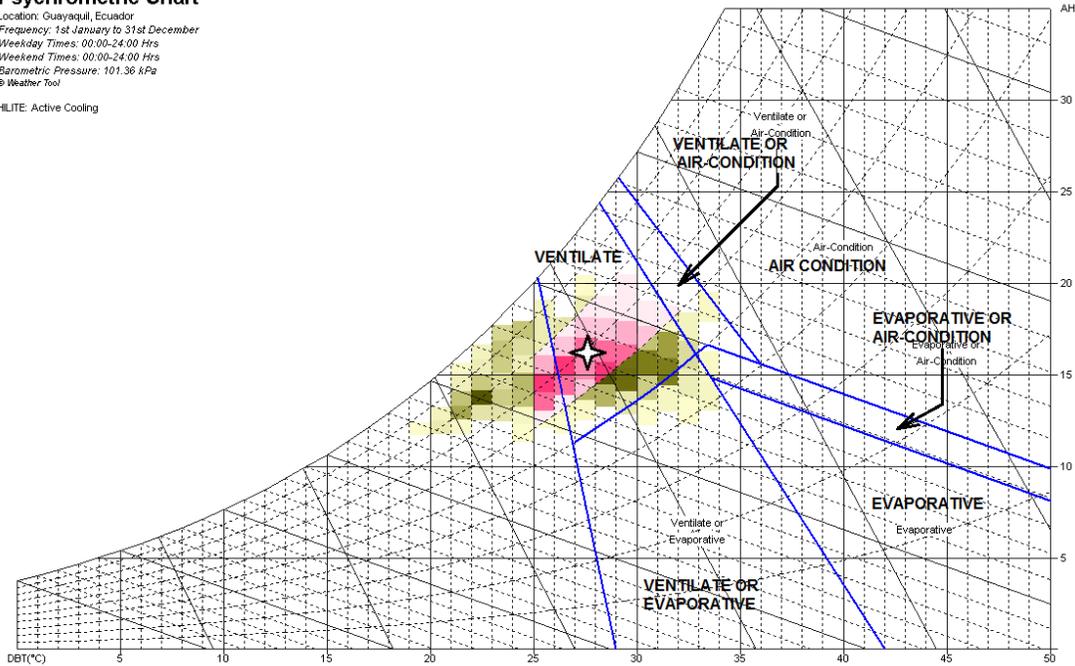


Diagrama25: Carta psicrométrica de Guayaquil para el diseño de sistemas de refrigeración activa.^{93*}

Lo anterior se da en la etapa de funcionamiento de un edificio y se agrava en la medida en que se puebla la urbanización en la que se emplaza pues, es común que los usuarios instalen en los retiros laterales (usualmente con medidas mínimas de 1.00m) equipos que aportan energía térmica como compresores de acondicionador de aire, tuberías de desfogue de máquinas secadoras de ropa y hasta calefones, esta energía acumulada no puede ser eliminada (purgada) con facilidad porque la renovación de masas de aire es pobre en lugares estrechos. La **figura28** sugiere las distancias adecuadas para que la ventilación sea efectiva entre edificios.

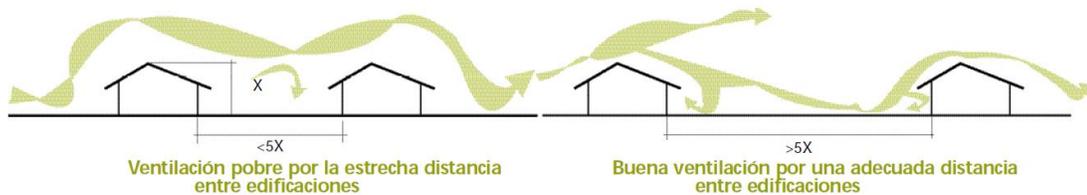


Figura28: Efectos de los retiros entre edificios sobre la ventilación.⁹⁴

^{93*} Modificación de la carta psicrométrica anual de Guayaquil elaborada en el Weather Tool de Autodesk Ecotect Analysis con los datos meteorológicos del INAMHI.

⁹⁴ María Eugenia Sosa Griffin & Geovanni Siem, **Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico.**



Ante la imposibilidad actual en esta investigación de establecer un cálculo para el flujo radiante de calor antropogénico, lo más próximo para justificar los valores en el EIA es determinar un cálculo de huella de carbono exclusivo para el funcionamiento diario de los equipos de climatización probablemente presentes en T:64-68; entonces, hay que hacer una serie de suposiciones entorno a las demandas para determinar consumos eléctricos aproximados

1. Se estima que las medidas mínimas de una habitación en Puerto Azul serían alrededor de 4m x 4m x 3m (48m³ de aire encerrado) y que cada vivienda posee al menos tres habitaciones a climatizar mecánicamente. T:64-68 abarca 34 viviendas en total.
2. Con un referente empírico de consumo de 300BTU/h por cada m³ de aire se tiene que la habitación requiere de 14400BTU/h, lo que equivale a una medida comercial de una máquina de 15000BTU.
3. Se conoce que un acondicionador de aire de 4000frig/h consume 2350W⁹⁵ y, si 1.00kcal/h = 3.967BTU/h, entonces la conversión de unidades resulta en una máquina de 15.868BTU/h (capacidad aproximada a la calculada en el numeral anterior). El consumo simultáneo de tres habitaciones es entonces de 7050W.
4. Por otro lado, se estima que se mantenga encendidos los equipos durante diez horas (10h) nocturnas, por tanto el consumo energético es de 70500Wh ó de 70500J. Luego de esto se aplica una segunda conversión a una unidad mayor, ahora serán 70.5kWh.
5. Se multiplica los 70.5kWh por las 34 viviendas existentes en el transecto y se obtiene que el consumo por todas ellas es de 2397kWh.
6. Según Jiménez Herrero⁹⁶, el factor de emisión de CO₂ habitual de la energía eléctrica es de 0.39kg CO₂/kWh, entonces al multiplicarlo por el consumo total se tiene una emisión final de 934.83kg CO₂ en tan sólo una noche, alrededor del 42.5% de lo que produce anualmente una persona en Ecuador.⁹⁷

El CO₂ es un gas de invernadero y la producción calculada delata que el la contribución ocasionada por climatización mecánica se acerca al 50%, por lo que será considerada en la etapa de operación como de impacto mediano.

⁹⁵ www.secheep.gov.ar/joom/index.php?option=com_content&task=view&id=139&Itemid=155

⁹⁶ **Manual de cálculo y reducción de huella de carbono para actividades de transporte por carretera**, http://www.sostenibilidad-es.org/sites/default/files/_Recursos/Publicaciones/manual_transporte_final.pdf

⁹⁷ <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>



PONDERACIÓN CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE.

Para esta sección se han elaborado ocho matrices que se encuentran en el **anexoB14**, la matriz de identificación de impactos califica si la presencia de cada efecto resulta beneficiosa (+) o perjudicial (-); la de Intensidad asume la fuerza que tendría un impacto en caso de que se produzca y tiene criterio de ponderación del 50% para alimentar a la matriz de magnitud; la de extensión indica el rango de influencia física que tendría un impacto en caso de producirse y tiene criterio de ponderación del 30% para alimentar a la magnitud; la de duración estima el tiempo de permanencia de los efectos de un impacto y tiene criterio de ponderación del 20% para alimentar a la magnitud; la matriz de magnitud es la suma ponderada de los impactos de las tres matrices anteriores y representa un primer estadio de medición de impactos, tiene criterio de ponderación del 60% para alimentar a la matriz VIA (valoración de impactos ambientales). La matriz de reversibilidad califica las posibilidades de revertir los efectos de un impacto y tiene criterio de ponderación del 25% para alimentar a VIA; la de probabilidad confirma las posibilidades de ocurrencia de un impacto y posee un peso del 15% para alimentar a VIA y; finalmente, en la matriz VIA se suman las tres anteriores para obtener la dimensión crítica resultante de cada impacto posible.

El **cuadro29**, presenta la traducción literal de la valoración de impactos ambientales según su criticidad (ver equivalencia numérica en el **anexoB14-08**). En estricta referencia a los impactos de orden térmico debe corroborarse que, desde los primeros estadios de la fase de implementación física de todo proyecto arquitectónico o urbanístico de gran o pequeña escala, hay un manifiesto continuo e irreversible de cambios en los perfiles habituales.

Habría que entender entonces que las obras preliminares de limpieza, desbroce como preparativos de los movimientos de tierra, son los principales causantes de la alteración de la respuesta porque se remueven todas las coberturas naturales (esto incluye en muchas ocasiones a árboles no deseados) y se deja al descubierto los materiales de mayor capacidad calorífica, por lo que el impacto es negativamente alto.



MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

Mg	MEDIO		ABIÓTICO			BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO				
	RECURSO		AIRE	SUELO	AGUA		FLORA	FAUNA				
	COMPONENTE AMBIENTAL		TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
FASE	CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA											
OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN (20 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE		A	B	B			A	A		B	
	TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES										B	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA			M	M	A	A	A	M		B	B
	TRANSPORTE DE MATERIALES			B							A	B
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS		M	A	B	M	MA	M	M		A	M
	ACARREO DE MATERIALES			B							B	
	DISPOSICIÓN TRADICIONAL DE RESIDUOS			B		B	A	M	B		M	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES		B		M		MA	A	B		B	M
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE										B	
	TRAZADO Y REPLANTEO										B	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA			B		B	B				B	B
	TRANSPORTE DE MATERIALES			B							M	B
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS		M	M	B	B	MA	B	B		M	B
	ACARREO DE MATERIALES			B							B	
	DISPOSICIÓN TRADICIONAL DE RESIDUOS			B		B	M	B			B	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES		B		M		MA	M	B		B	M
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL		M							A		A
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)		M	M						A	M	M
	TRANSPORTE		A	M								A
	OBRAS DE MANTENIMIENTO		B	B	M							A
DISPOSICIÓN FINAL (>50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES			B			B	B			B	B
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS			B			B	B			B	B
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS			B		M	M	B			B	M

CRITICIDAD	VIA
B BAJA	2 - 4
M MEDIA	5 - 6
A ALTA	7 - 8
MA MUY ALTA	9 - 10

Cuadro29: Referencia ordinal de la valoración de impactos ambientales.

Los procesos constructivos ocasionan desde variaciones forzadas en los patrones de ventilación hasta cambios en la inercia térmica de un sector por la introducción de estructuras a base de materiales de construcción convencionales, esto sin descartar la producción de un mayor flujo de calor antropogénico que el que se produciría en la fase de operación; en vista de que la actividad humana y mecánica demandada por esta etapa es transitoria, los cambios en el perfil térmico por flujos radiativos también son pasajeros, pero los cambios ocasionados por la nueva masa térmica implementada persisten mientras exista el objeto urbano-arquitectónico. El impacto producido es de criticidad negativa mediana.



Es conocido que las áreas verdes contribuyen a la mitigación de las altas temperaturas debido al potencial de refrigeración pasiva por evapotranspiración, pero se ha asignado una valoración realmente baja al impacto beneficioso producido pues; es muy probable que por cumplimiento de ordenanzas municipales y reglamentos internos exista la obligación de incorporar cierta cantidad de áreas verdes en un proyecto, pero no hay garantía de que dichas coberturas respondan a especies arbustivas y arbóreas, lo cual realmente sí sería de utilidad ambiental.

Para el caso de impactos térmicos, la fase de operación supone un uso nocturno del proyecto en funcionamiento pero, ante la imposibilidad de determinar los flujos radiantes aportados por las edificaciones al haber ganado energía termo-solar o la cantidad generada de calor antropogénico exacta, la valoración tiene sustento en la demostración de que el guayaquileño de clase media-alta empleará equipos mecánicos de refrigeración (climatización activa) para adecuar los recintos al confort requerido. El impacto producido es negativamente mediano para usos residenciales y comerciales.

El aire, como sumidero de calor por defecto, también recibe la energía térmica emitida por fuentes móviles como el transporte vehicular interno y externo de toda urbanización, pero si carece de la renombrada capacidad de renovación por convección y advección, acumula energía y se suma a la que es aportada por las fuentes de emisión fija como los equipos de climatización; el impacto ambiental resultante sería negativamente elevado para a los perfiles térmicos.

Por último, hay impactos concomitantes que no son de naturaleza energética, pero que contribuyen a la intensificación del UHI. Es el caso de los materiales urbanos como hormigones simples o armados, hormigones asfálticos, adoquines hidrófugos y recubrimientos porcelánicos que no son capaces de almacenar en su interior una cantidad representativa de humedad del aire, ni menos de saturarse con agua de lluvia y terminan por convertirse en superficies impermeables sin potencial de generar refrigeración por evaporación ante la incidencia solar. Esas superficies impermeables también constituyen la merma de zonas de recarga para mantos acuíferos (napa freática) y en ocasiones generan pequeñas zonas de aguas superficiales estancadas que, al combinarse con la falta de ventilación, retienen la humedad del aire, lo que empeora las condiciones de confort higro-térmico por la capacidad termo-reguladora del vapor de agua.



COMENTARIOS FINALES Y DIMENSIONAMIENTO DEL UHI DE GUAYAQUIL.

De forma resumida, los impactos negativos ocasionados sobre los perfiles térmicos (y por añadidura al gradiente térmico) de un sector son de criticidad media básicamente por su insistencia cuasi perenne en el deterioro de la calidad del aire; esto le garantiza cierta estabilidad al potencial bajo que antes se determinó para la expansión del efecto UHI.

Lo ideal en esta investigación hubiera sido enfrentar el problema como se lo plantea en el documento “Modeling environmental impacts of urban land use and land cover change-a study in Merseyside, UK”⁹⁸, en donde se analiza la evolución del suelo urbano a medida que se ocupan los solares baldíos antes poblados por áreas verdes, el estudio se lo lleva a cabo gracias a una base de fotografías aéreas con sus respectivos registros meteorológicos tomados desde 1975 hasta el año 2000. Pero la ciudad de Guayaquil carece de registros meteorológicos tomados a nivel del suelo que coincidan con alguno de los puntos muestreados, existe un extremo hermetismo en la provisión de imágenes satelitales y los planos de catastro disponibles tienen actualización aproximada de la década del ochenta, no hay las condiciones para vincular información histórica porque la ciudad no está preparada.

Por definición, “**UHI**” resulta de la diferencia entre los registros de temperatura urbana máxima y de temperatura rural pero, como en esta investigación se encontró que incluso los datos térmicos de T:48-63^{99*} son mayores que los de la estación meteorológica fija de referencia a causa de la remoción de las coberturas naturales que da lugar a los procesos actuales de urbanización, prevalecen los de esta última como valores rurales. Entonces, **UHI** equivale al máximo perfil registrado en un transecto. El **cuadro30** es la traducción literal de los resultados mostrados en el **anexoB16** y muestra los UHI reales y modelados en diferentes escenarios para cada transecto; el **anexoA12**, que contiene la información base para este cuadro, permite apreciar que existe un patón general para casi todos los transectos en donde los perfiles máximos y mínimos se ubican aproximadamente en los extremos.

⁹⁸<http://planet.botany.uwc.ac.za/nisl/Biodiversity/Temporary%20Transfers/Biodiversity/Chapters/Info%20to%20use/Chapter%204/Modelurban.pdf>

⁹⁹*T:48-63 aún conserva ciertas características rurales por ser un sector de actual desarrollo urbano.



Intensidad del UHI por transecto "UHI" [K]				
Transecto	UHI [K]	UHI' [K]	UHI'' [K]	UHI''' [K]
T:01 - 23	fuerte	fuerte	-	-
T:24 - 29	moderada	moderada	moderada	fuerte
T:30 - 41	fuerte	fuerte	fuerte	severa
T:30 - 35	moderada	moderada	moderada	severa
T:36 - 41	fuerte	fuerte	fuerte	severa
T:42 - 47	fuerte	fuerte	fuerte	-
T:48 - 63	moderada	moderada	moderada	severa
T:64 - 68	-	moderada	moderada	-

Cuadro30: Intensidad de los mini-UHIs de la ciudad de Guayaquil.^{100*}

El **cuadro30** informa sobre lo que ocurre y ocurría simultáneamente, en términos térmicos, en diferentes lugares de la ciudad de Guayaquil; como puede apreciarse, no se produce una promoción de la intensidad con el paso de UHI' a UHI'', lo cual confirma la naturaleza despreciable de los impactos térmicos ocasionados por cambios en coberturas dentro del suelo urbano consolidado. Al contrario, el paso de UHI'' a UHI''' confirma que la intensificación o modificación en los usos de suelo sí incurren significativamente en las temperaturas de un sector.

Para visualizar la transición térmica entre transectos, el **diagrama26** simula dos planos imaginarios de distribución térmica en gama del rojo y por medio de curvas isotermas; aunque la ilustración involucra parte de las áreas urbanas y naturales que existen entre los transectos, es imperioso aclarar los únicos datos precisos son los que se encuentran sobre los transectos mismos, los demás son resultados presuntivos a consecuencia de la manipulación geométrica de los planos de distribución. En vista de la carencia de información térmica de otras intersecciones viales que estén

^{100*} La graduación mostrada en este cuadro se basa en lo indicado en el artículo "**Reducing urban heat island effects: A systematic review to achieve energy consumption balance**", que afirma que actualmente la mayoría de las ciudades son alrededor de 2°C más calurosas que las áreas rurales, pero que las áreas residenciales y comerciales particularmente densas alcanzan temperaturas entre 5°C y 7°C más altas.

<http://academicjournals.org/ijps/PDF/pdf2010/Jun/Shahmohamadi%20et%20al.pdf>



fuera de los transectos, se ha recurrido a presumir artificialmente que la forma del plano imaginario responde a superficies regladas.

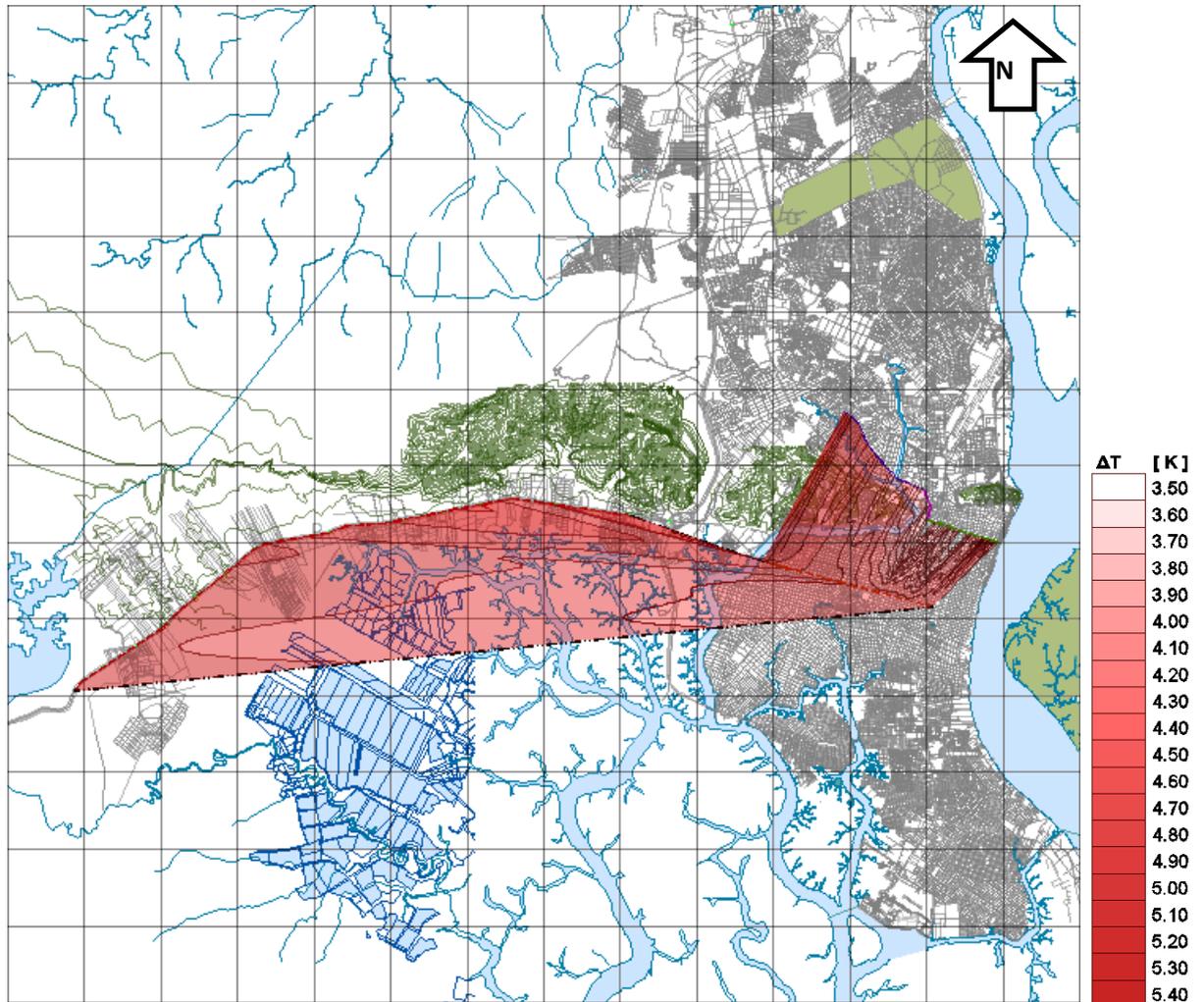


Diagrama26: Transición térmica entre transectos.¹⁰¹

Para obtener los **diagramas26, 27 y 28** se recurrió completamente al programa AutoCad de la siguiente manera:

1. En cada punto muestreado del mapa de Guayaquil se levantó en el eje Z el valor de su perfil térmico respectivo.

¹⁰¹ Imagen de elaboración propia a partir del plano de Red Vial Fundamental de la M.I. Municipalidad de Guayaquil. Para manejo de escalas se ha espaciado la retícula de georreferenciación a razón de 2km.



2. Después se unió con un spline tridimensional los puntos levantados para obtener la línea de gradiente térmico de cada transecto.
3. Posteriormente se encadenó los splines de T:01-23, T:24-29 y T:30-41, pero se mantuvo independientes a T:42-47 y T:48-63 de tal manera que al final queden tres gradientes bien definidos.
4. Luego se empleó el principio de las superficies regladas para determinar dos planos no euclídeos que tienen como directrices a los tres gradientes
5. Una vez formado el plano, se procedió a establecer cortes sucesivos con planos horizontales espaciados en el eje Z cada 0.1K. Las secciones resultantes son las isotermas.

El **diagrama27** muestra en detalle las isotermas de distribución térmica entre T:01-23, T:24-29, T: 30-41 y T:42-47, nótese la tendencia de mayor concentración térmica hacia los extremos.



Diagrama27: Transición térmica entre T:01-23, T:24-29, T:30-41 y T:42-47.¹⁰²

¹⁰² Imagen de elaboración propia a partir del plano de Red Vial Fundamental de la M.I. Municipalidad de Guayaquil. Para manejo de escalas se ha espaciado la retícula de georreferenciación a razón de 2km.



El **diagrama28** muestra en detalle la escasa diferencia de temperaturas a lo largo de T:48-63 y su transición con respecto a T:42-47.

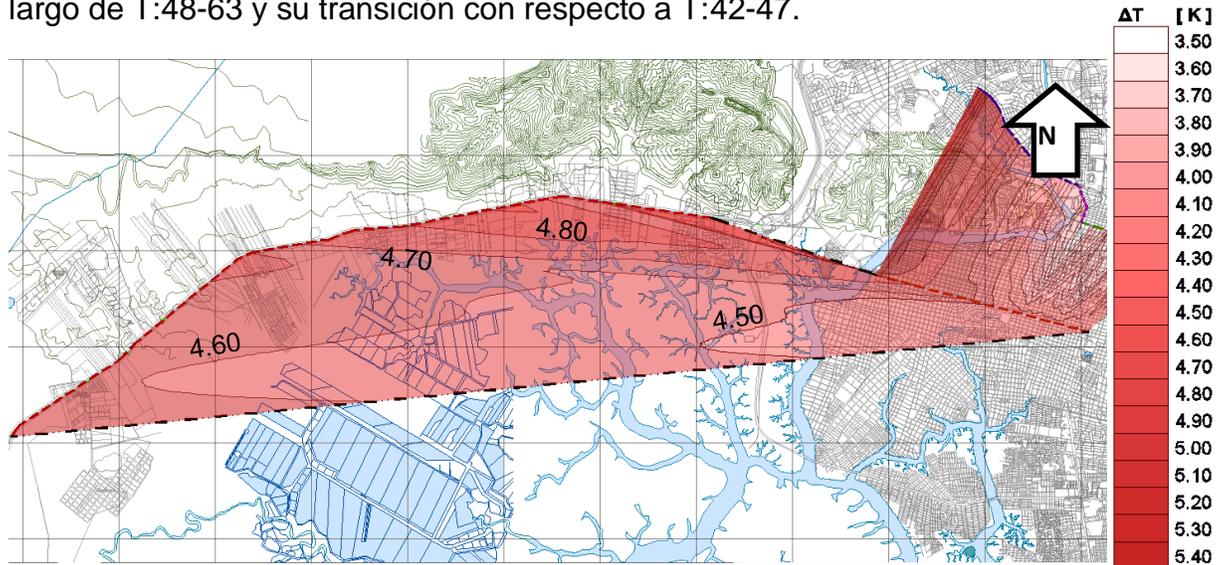


Diagrama28: Transición térmica entre T:42-47 y T:48-64.¹⁰³

Hasta aquí se ha cumplido con el objetivo general de la investigación y los tres primeros objetivos específicos, también se demostró que la hipótesis es parcialmente cierta; en otras palabras, se determinó que la influencia de los cambios de las propiedades térmicas de las coberturas de los entornos urbanos geoméricamente consolidados y en desarrollo es relativamente pequeña en comparación a la fuerza de los flujos radiativos de calor antropogénico (las correlaciones descritas desde el **cuadro14** hasta el **cuadro20** confirman esto), lo que se traduce directamente en un leve, pero persistente potencial de expansión espacial del fenómeno UHI, y se aprecia mejor en los **diagramas 26, 27 y 28**.

Para reforzar lo anterior, incluso los hallazgos resultantes de la adaptación del modelo de T:30-35 en el ambiente externo de T:64-68 tienen congruencia dentro de lo visualmente comprobable con los colores de la **figura2**, entonces; en el sector de propuesta lo que se aprecia es un carretero

¹⁰³ Imagen de elaboración propia a partir del plano de Red Vial Fundamental de la M.I. Municipalidad de Guayaquil. Para manejo de escalas se ha espaciado la retícula de georreferenciación a razón de 2km.



(autopista Guayaquil-Salinas) que es caluroso no por causa de la elevada capacidad térmica de la “tierra pelada” (zona desbrozada por la afectación del derecho de vía), sino por la gran cantidad de energía que irradia, la **fórmula4** corrobora esta explicación. En este mismo sector se encuentran a los lados urbanizaciones que en algún momento se calientan más porque tienen menor capacidad calorífica, pero liberan superficialmente poco calor debido al retraso que presenta su bajo valor en potencia irradiada (**ver cuadro31** que está basado en los datos del **anexoC1**).

Punto	Vía	Variables					
		Cs [MJ/(K.m ²)]	SVF [-]	G [m ²]	P' [W]	Qa [W/m ²]	ΔT' [K]
64	Autopista Guayaquil - Salinas	1,1512	0,9630	16204,1331	0,1820	24,0000	3,7515
65	Victoria Concha de Valdez	1,2898	0,8190	24398,7647	0,7033	24,2500	4,7484
66	Elisa Roca de Roca	1,2887	0,9060	27365,7581	0,8620	24,5000	4,8548
67	Rafaela Valdez de Concha	1,2876	0,9450	14610,3862	0,5771	24,7500	5,1374
68	Elisea Febres Cordero de Valle	1,2147	0,9190	21797,9716	1,4573	25,0000	5,8597

$\Delta T' = -37,8028 - 4,553SVF - 1,2555Cs + 2,69E-06G + 1972523,1793Qa$ ----> modelo numérico de T:30-35

Cuadro31: Variables de T:64-68, todos los datos son idénticos a los del **cuadro26**, pero se ha calculado la potencia irradiada estimada **P'** por medio de la **fórmula4** y **ΔT'**.

Por todo el discernimiento hasta ahora elaborado, resulta imperioso proveer de una propuesta sustentable de la arquitectura y el urbanismo hacia la reducción de cualquier intento del fenómeno por perdurar o expandirse en el espacio y el tiempo, la próxima fase (y última) de esta investigación se encargará de resolver estos pormenores por medio de un plan de manejo de los impactos de naturaleza térmica ocasionados al medio ambiente.



FASE IV:

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.



PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Consideraciones previas sobre los flujos energéticos.

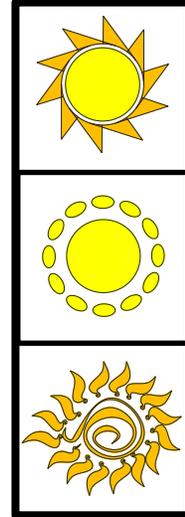
UHI es un fenómeno urbano netamente energético que tiene sus orígenes en la configuración física de una ciudad y en sus condiciones meteorológicas locales. Sea por radiación solar directa, calor radiante (radiación solar indirecta) o por flujos antropogénicos, los ecosistemas urbanos se cargan siempre de energía térmica, pero también son capaces de liberarla en algún momento y generar calor residual.

El sol es una fuente inagotable de energía a la escala de la vida del animal humano, una manera de desperdiciar la energía del sol es no tornarla a favor de la arquitectura y del urbanismo. A partir de la energía solar se originan muchos de los sistemas pasivos de climatización conocidos, también varios sistemas de generación eléctrica, incluso el viento y todo su potencial existe por la energía solar.

El calor antropogénico es una forma de generación de energía residual permanente, hay días en que se demanda mayor consumo energético y otros en los que, así no haga falta, igual se consume. Por esto, un ecosistema urbano bien planificado prevé el manejo de los flujos energéticos desde el nivel micro-escalar con proyección acumulativa y le efectúa un seguimiento controlado hasta alcanzar el nivel macro-escalar, entonces, la finalidad del presente plan de manejo va desde el control de una casa, pasa por el de todo un conjunto residencial y termina con el de toda una zona residencial.

Los tres íconos de la parte superior derecha de esta página están presentes en el **diagrama29**; de arriba abajo, el ícono del sol radiante representa el aporte energético diario del sol como fuente ilimitada; el ícono del anillo que gira alrededor de núcleo representa la ciudad que gana energía ordenadamente, lo cual augura un futuro sustentable y; el glifo del espiral de fuego es el ícono general del presente trabajo y representa a la ciudad que padece isla de calor a causa de la planificación no ambiental del crecimiento urbano, lo que se traduce en desórdenes térmicos.

Esto marca un input fijo y dos posibles outputs. Se pretende con esta propuesta que, aun cuando exista ganancia térmica, el resultado (o futuro urbano) sea el ícono del anillo y no el del espiral de fuego.





LOS PATRONES DE DISEÑO AMBIENTAL.

El **diagrama29** resume la relación de los componentes de un ecosistema urbano, otra forma de ver al **diagrama29** es como un esquema causa- efecto de la actividad antropogénica y los agentes naturales con el medio físico, lo que implica impactos de naturaleza térmica; este trabajo entiende simplifícadamente que un ecosistema urbano, desde el punto de vista térmico, posee elementos que aportan (flecha amarilla), retiran (flecha azul) o transmiten la energía calórica que reciben (flecha negra), y como consecuencia delimitan los dos futuros posibles: uno sustentable (línea gris continua) y otro no deseado (línea gris segmentada).

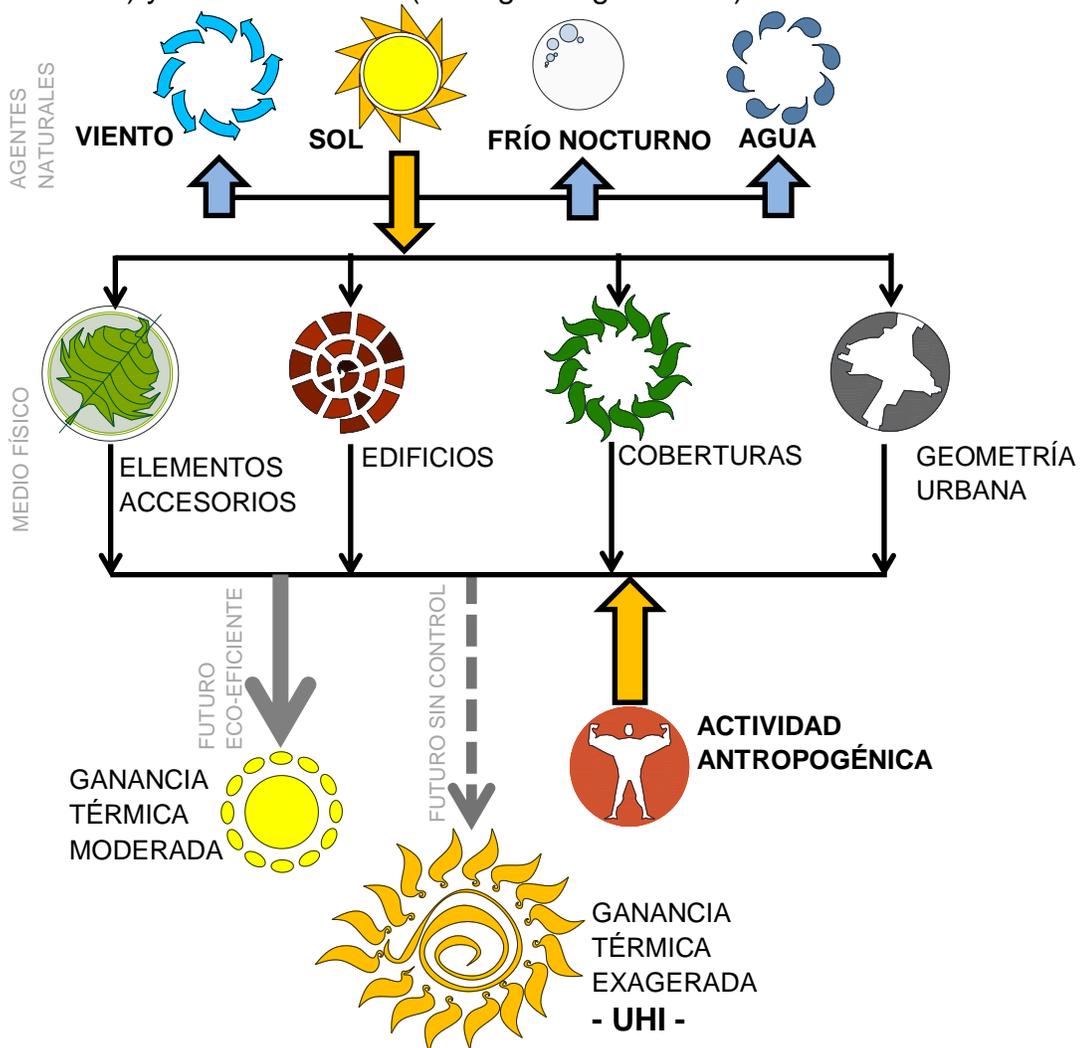


Diagrama29: Agentes intervinientes en la generación de impactos ambientales térmicos en un ecosistema urbano.



La elección de los procesos mostrados en el **diagrama29** se basó en el esquema planteado por Shahmohamadi et al.¹⁰⁴ para considerarlos como ejes rectores durante la elaboración del plan de manejo ambiental (PMA) de esta propuesta, que tiene la intención de conseguir un futuro térmico sustentable para la zona de desarrollo urbano de Guayaquil a lo largo de T:48-63, por medio de la aplicación de criterios urbano-arquitectónicos de diseño ambiental. La estructura de trabajo a adoptarse responde al “*Lenguaje de Patrones*” empleada por Christopher Alexander en su estudio de centros comunales multi-servicio (*A pattern language that generates multi-service centers*), esto facilitará la comunicación y entendimiento con otras disciplinas cuyo interés también se encuentra en el estudio de las medidas de mitigación del fenómeno de la isla urbana de calor y dará apertura a posibles intentos por ampliar las propuestas de manejo a presentarse.

Un patrón de diseño es un modelo teórico fundamentado en una problemática de la que derivan juicios de valor generalizados acerca de su posible solución, es decir que de éste se desprende uno o varios criterios. A continuación se elaborará un patrón para cada ícono que no está mencionado en las consideraciones previas del presente capítulo y serán explicados convenientemente a medida que sea necesario encadenar los conceptos.

El **diagrama26** elaborado al final del capítulo anterior muestra los sectores más calurosos de la ciudad y sugiere su transición térmica espacial. En las zonas consolidadas como los alrededores de T:01-23, T:24-29, T:30-41 y T:42-47 resulta muy difícil establecer correctivos a bajo presupuesto, sin embargo, los alrededores de T:48-63 aún se encuentran en consolidación planificada y están a tiempo de prevenir el incremento de temperaturas por gestiones equívocas en el diseño y construcción de proyectos urbano-arquitectónicos. Con los patrones de diseño empieza el último capítulo de esta investigación y, una vez sustentadas las explicaciones debidas para cada uno de ellos, se procederá a elevarlos al nivel de norma para incorporarlos en la redacción de una actualización ambiental de la ordenanza de edificaciones para **ZR-2(A)** y **ZR-2(B)** del tramo de estudio la autopista Guayaquil-Salinas

¹⁰⁴ <http://academicjournals.org/ijps/PDF/pdf2010/Jun/Shahmohamadi%20et%20al.pdf>



PATRÓN DE DISEÑO#1:

Manejo de elementos externos^{105*}



DEFINICIÓN:

Esta propuesta denomina “elementos externos” a aquellos no necesariamente arquitectónicos o de mobiliario urbano que describen volumetrías de independientes de los elementos edificios que conforman un ecosistema urbano, por su importancia en tamaño tienen la capacidad de proyectar sombras sobre estos últimos y sobre las coberturas horizontales del suelo urbano, y bien pueden tratarse de componentes bióticos o abióticos; tal es el caso de las especies vegetales arbóreas, monumentos, pasos peatonales, distribuidores de tráfico, accidentes geográficos, otros edificios, etc.

CRITERIO:

SI en un proyecto de ecosistema urbano se han previsto cuerpos de edificios y coberturas horizontales de suelo expuestos a ganancia térmica directa por radiación solar,

ENTONCES deben plantearse elementos complementarios de menor inercia térmica que reciban durante el mayor tiempo posible la incidencia de sol y proyecten sombras sobre los volúmenes habitables y planos de uso común (veredas, calzadas, parterres).

PROBLEMA:

Con la finalidad de simplificar conceptos, se puede entender que la energía térmica liberada por las coberturas urbanas durante la noche es aproximadamente equivalente a la que se ganó durante las horas de sol y de mayor actividad antropogénica, sin embargo, en la realidad siempre existe un superávit de ganancia energética que depende de la inercia térmica de los materiales y que aporta a la intensificación del UHI cuando es liberado.

Hay tres sujetos de interés que reciben la luz^{106*} solar directa: personas, edificios y suelo urbano; todos ellos pueden ganar energía térmica. En una localidad con las características climáticas de Guayaquil (**ver anexoB13a**)

^{105*} El ícono de la hoja solitaria representa a los árboles que pueden proveer de sombra con su follaje y a la vez actuar como sumideros de calor.

^{106*} Entiéndase como luz, en esta propuesta, a todas las frecuencias de onda del espectro electromagnético que llegan al suelo urbano.



todos los peatones buscan protegerse del sol bajo la sombra de un árbol, edificio o hasta la de un poste para no quemarse y evitar situaciones de poco confort higro-térmico, es decir que siempre se procura que sea otro cuerpo el que reciba la luz directa del sol.

En el caso de los edificios, que no pueden buscar sombra por su cuenta, son sus paredes exteriores las que reciben directamente la energía del sol, por tanto la transferencia térmica de la energía almacenada en éstos hacia el espacio interior es mayor cuando no existen umbráculos (aleros de cubierta, quiebra-soles, pérgolas), lo que eleva los consumos eléctricos por climatización.

En el caso de la vía y espacio públicos, la **figura2** confirma que son los sitios más calurosos en cualquier parte de la ciudad de Guayaquil a causa de su exposición directa al sol. La evolución del sistema de transporte público masivo de Guayaquil ha tenido como prioridad incorporar un carril exclusivo y para lograrlo se han exterminado los árboles de muchos parterres (por ejemplo, en la Av. De las Américas) para no obstaculizar a los nuevos carros con sus ramas, lo cual deja en completa exposición a las calzadas.

La ganancia térmica es un hecho para todos los cuerpos que reciben la incidencia solar directa, pero en Guayaquil, al haber olvidado que este fenómeno puede controlarse de varias maneras, se permite que se conserve el superávit en energía calórica.

MECÁNICA DEL CRITERIO:

Se sabe que los materiales de construcción poseen en general valores fuertes y similares de calor específico; los del tipo pétreo son malos conductores del calor, lo que les confiere en general valores fuertes de inercia térmica y cierta resistencia a transmitir de inmediato a otro medio la energía almacenada por exposición directa. La clave está en que existan “accesorios” (elementos externos) con menor inercia térmica que se encuentren en planos diferentes para que reciban la luz del sol en lugar de los paramentos y coberturas del suelo urbano - mientras más rápido liberen la energía ganada, mejor.

Para justificar la idea expuesta, se ha preparado el **cuadro32** que contempla un nuevo escenario hipotético, en adelante “**escenario hipotético#3**”, en



donde arbitrariamente se ha reemplazado el 20% de la superficie de áreas verdes del tipo rastrero (césped y matorrales) por árboles de hasta 12m de altura, copa ancha (de 6m a 12m de diámetro) y follaje semi-denso. No se aplicará ninguna actualización de coberturas de aceras y vías previstas en el **escenario hipotético#1** en vista de que el **cuadro27** dejó claro que el incremento resultante en los perfiles térmicos es realmente imperceptible. Los datos derivados de esta modificación se hallan en el **anexoC2**.

Punto	Vía	Cs [MJ/(K.m ²)]	SVF [-]	G [m ²]	P' [W]	Qa [W/m ²]	ΔT' [K]
64	Autopista Guayaquil - Salinas	0,8476	0,9630	16313,1871	0,2699	24,0000	4,1330
65	Victoria Concha de Valdez	1,1193	0,8190	24607,4135	0,8466	24,2500	4,9630
66	Elisa Roca de Roca	1,1033	0,9060	27583,7354	1,0483	24,5000	5,0881
67	Rafaela Valdez de Concha	1,0985	0,9450	14735,7407	0,6975	24,7500	5,3751
68	Elisea Febres Cordero de Vall	0,9956	0,9190	21917,1155	1,7607	25,0000	6,1351

ΔT' = -37,8028 - 4,553SVF - 1,2555Cs + 2,69E-06G + 1,97E+06Qa ---> modelo numérico de T:30-35

Cuadro32: Resumen de variables modificadas en T:64-68 según **escenario hipotético#3** y su respectiva proyección del perfil térmico de cada punto.

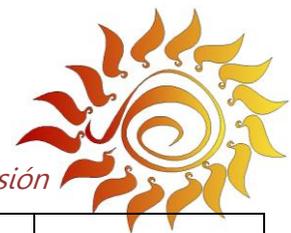
El **cuadro33** es una comparación entre el **cuadro32** y el **cuadro26**, es decir que relaciona el escenario#3 con el modelo ajustado a la realidad, es evidente que las temperaturas se incrementan con el aumento de áreas verdes, lo que se debe principalmente a la disminución general de la capacidad térmica y al incremento de la cantidad energía irradiada; no obstante, esto indica que la modificación ocasionaría que el sector se enfríe con más velocidad (1.2639 veces) de lo que lo haría en condiciones normales, por tanto, el calor en el aire dura menos tiempo.

Comparación porcentual escenario#3/realidad

Punto	Vía	Cs [MJ/(K.m ²)]	SVF [-]	G [m ²]	P' [W]	Qa [W/m ²]	ΔT' [K]
64	Autopista Guayaquil - Salinas	73,63%	100,00%	100,67%	148,30%	100,00%	110,17%
65	Victoria Concha de Valdez	86,78%	100,00%	100,86%	120,36%	100,00%	104,52%
66	Elisa Roca de Roca	85,61%	100,00%	100,80%	121,62%	100,00%	104,81%
67	Rafaela Valdez de Concha	85,31%	100,00%	100,86%	120,86%	100,00%	104,63%
68	Elisea Febres Cordero de Vall	81,96%	100,00%	100,55%	120,82%	100,00%	104,70%
Promedios:		82,66%	100,00%	100,75%	126,39%	100,00%	105,76%

Cuadro33: Comparación porcentual del **cuadro32** y **cuadro26**.

Hay que tener presente que la **fórmula11** no mide tiempos y está prevista para determinar el valor del pico térmico dentro de un rango horario entre 18h00 y 22h00, después del que se produce un enfriamiento relativamente rápido; el **cuadro34** complementa esta aseveración, pues comprueba que la inercia térmica del césped es mayor (3.31veces) que la del follaje de los árboles.



	emisividad	conductividad d térmica	calor específico	densidad	espesor	inercia térmica
material	ϵ	λ	c	ρ	e	IT
	[-]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[m]	[J/(m ² .K ¹ .s ^{1/2})]
césped (green grass)	0,9800	0,3000	1000,0000	1000,0000	0,1000	547,7226
follaje	0,9800	0,4205	3250,0000	20,0000	3,0000	165,3254

Cuadro34: Propiedades térmicas del césped vs el follaje de los árboles.

Árboles como la Acacia roja (*Delonix regia*), Acacia amarilla (*Cassia siamea*), el Nim (*Azadirachta indica*), o incluso el mango (*Manguigera indica*) son domésticos, de valor paisajístico, alcanzan alturas entre 10 y 15m (más grandes que una villa de tres plantas), tienen diámetros de copa entre 5 y 15m y follaje poco denso. Con semejantes magnitudes fácilmente pueden hacer las veces de barreras de sol para las edificaciones de la vía a la Costa (ver **figura29**), de paso redirigen el viento hacia la parte baja de las edificaciones y generan sombra.



Figura29: Barrera solar ocasionada por medio de vegetación tipo arbórea.¹⁰⁷

Lo anterior da la pauta para mencionar que existen soluciones bioclimáticas pasivas que la **fórmula11** no puede medir por sí sola, pero que no por eso deben dejar de explorarse las que son de utilidad en las estaciones cálidas.

Los umbráculos son una solución que demanda poco mantenimiento, entonces en el diseño formal de la arquitectura se podrían plantear elementos en voladizo o estructuras adjuntas independientes que estén

¹⁰⁷ **Carlos Palacios Portés, Arq.** Elevación NW sin escala del proyecto de residencia Astudillo, ciudad de Machala-Ecuador.



proyectadas más allá de las fachadas para generar sombras. Por supuesto, su ubicación debe pensarse para los lugares más susceptibles de ganancia térmica, ventanales por ejemplo, pero su extensión debe estudiarse según parámetros de orientación del edificio, ángulos de incidencia solar en función de las horas del día a controlar (se sugiere entre las 10h00 y 14h00)^{108*} y el movimiento aparente del sol de acuerdo con los meses del año, el **anexoB13e** muestra la carta solar estereográfica de Guayaquil. Si el voladizo resulta muy extenso, el umbráculo de un solo cuerpo puede derivar en una serie de quiebra-soles, ver **figura30**.

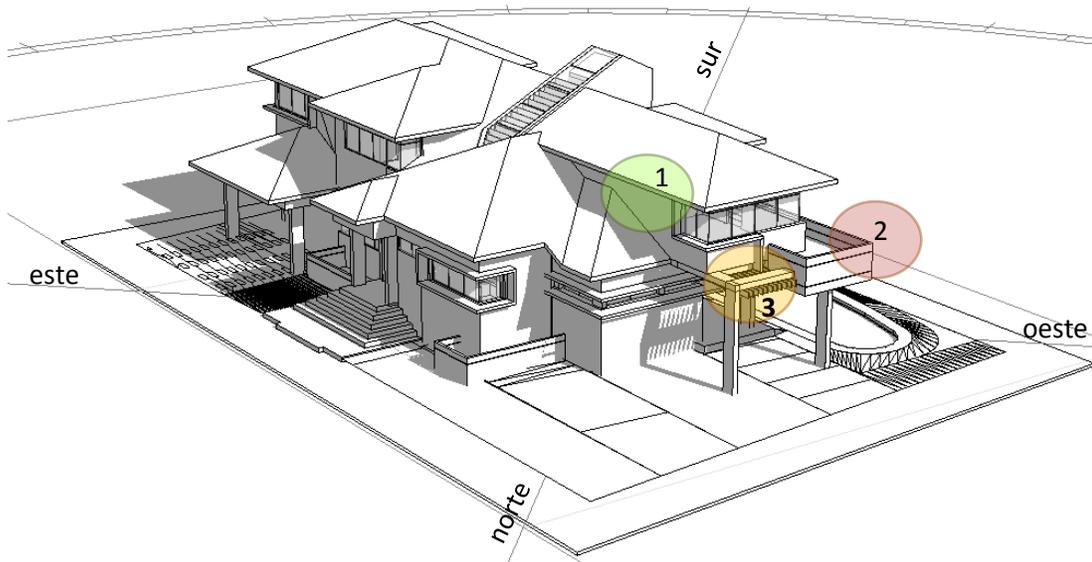


Figura30: Modelado de sombras arrojadas por aleros de cubierta¹, estructura en voladizo² y pérgola³ para junio 21 a las 15:30pm¹⁰⁹.

^{108*} En un día despejado la máxima irradiación solar directa se da a las 12h00, antes y después de esa hora ésta disminuye de manera proporcional y simétrica, lo que resulta en que los valores registrados a las 11h00 y las 13h00 son teóricamente iguales, de la misma forma coinciden los de las 10h00 con los de las 14h00; 09h00 con 15h00, etc. Se considera que de 10h00 a 14h00 existe una incidencia solar fuerte. Aunque la irradiación directa de la mañana sea idéntica a la de la tarde todos sienten que las tardes son más calurosas, esto se debe a que las coberturas comienzan a liberar la energía almacenada en la mañana, es lo que se conoce como “irradiación solar indirecta”, durante la noche esta liberación es más agresiva y es lo que produce el UHI.

¹⁰⁹ **Carlos Palacios Portés, Arq.** Perspectiva a vuelo de pájaro con eje visual N-S del proyecto de residencia Astudillo, ciudad de Machala-Ecuador. Imagen elaborada en Autodesk Ecotect Analysis. Se usó una hora fuera del rango de mayor incidencia solar para apreciar mejor la sombra de la pérgola.



Si los quebra-soles se disponen en un plano vertical, de piso a techo y con un espaciamiento lo suficientemente cercano (**ver figura31**), se habrá sugerido una degeneración rudimentaria del sistema de doble envolvente ya que se comporta como una fachada falsa que recibe directamente la radiación solar y se aísla del interior; eventualmente puede ser promovido a fachada ventilada si se facilita la circulación de aire entre la fachada verdadera y la falsa por efecto chimenea. En los sistemas de doble envolvente en latitudes ecuatoriales se incrementa el costo por metro cuadrado de pared exterior expuesta al sol porque se recibe luz desde el norte y sur en todo el año.

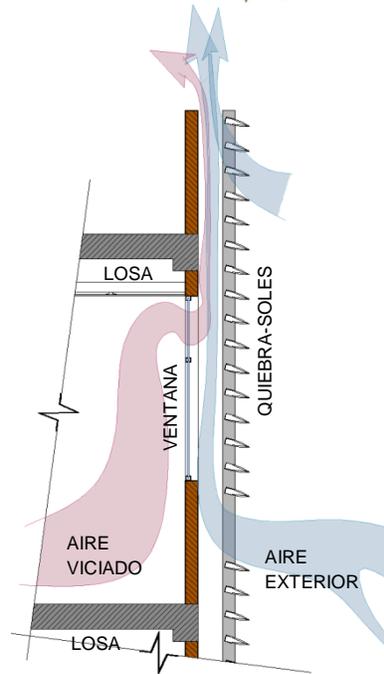


Figura31: Sistema de quebra-soles y efecto chimenea.¹¹⁰

En todo caso, sea cual sea el método de climatización pasiva empleado, el planteamiento insiste en la discriminación de las superficies que han de recibir la luz solar por medio del traslado de un elemento arquitectónico externo biótico o abiótico a un plano más adelantado.

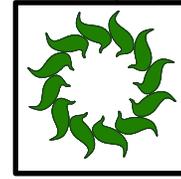
¹¹⁰ Imagen sin escala de elaboración propia.



PATRÓN DE DISEÑO#2:

Elección de coberturas con propiedades

ecológicas^{111*}



DEFINICIÓN:

El término ecología hace referencia a la protección del medio ambiente¹¹², por lo que está bien asumir que un material ecológico es aquel que ocasiona poco o ningún impacto al ambiente cuando está puesto en obra y que tiene un manejo sustentable desde sus procesos de extracción, producción, traslado, etc.

Precisamente, la finalidad del empleo de materiales de esta naturaleza como coberturas (vivas, derivadas de productos naturales o simplemente artificiales) radica en el aprovechamiento de sus características superficiales para la mitigación del fenómeno UHI y que generen una mejor relación higro-térmica del animal humano, plantas y otros animales domésticos con su hábitat urbano.

CRITERIO:

SI en un proyecto de ecosistema urbano han de existir grandes superficies de edificios expuestas a ganancia térmica directa por radiación solar,

ENTONCES debe plantearse el empleo de coberturas ecológicas con baja inercia térmica que contribuyan al manejo de la incidencia de sol y viento por medio del control del albedo de las superficies.

PROBLEMA:

A nivel internacional existe la preocupación de que el planeta se queda con una buena parte de la energía térmica incidente, esto ocurre específicamente en las zonas urbanas. Una de las atribuciones de este particular hace referencia al albedo de las superficies, se conoce que los materiales con acabados en color oscuro calientan más rápido su superficie que los de color claro, lo que quiere decir que, efectivamente, los primeros han captado mucha más energía en su superficie y han reflejado poca. El tiempo de

^{111*} El ícono de la corona de hojas representa el aprovechamiento de la respuesta térmica de las coberturas en la generación de refrigeración pasiva ante la incidencia solar.

¹¹² <http://www.rae.es/drae/>



permanencia de la energía en el interior del material depende de las propiedades térmicas explicadas en el **patrón#3**.

En las casas de la vía a la Costa y Samborondón se lucen las cubiertas de faldones revestidas con teja de arcilla o de cemento, pero poco a poco va ganando terreno el uso de teja americana rugosa del tipo asfáltico con colores oscuros pero con bajo coeficiente de conductividad térmica; incluso ya es más común encontrar enchapes de piedras oscuras en paredes y pisos exteriores, todo esto está muy lejos de ocasionar un ahorro energético en climatización porque facilita el aporte térmico al interior de los edificios y lo retiene por la fuerte inercia térmica de las coberturas de sus paredes exteriores y otras superficies expuestas al sol.

MECÁNICA DEL CRITERIO:

Aunque en general, los textos de combate contra el UHI recomiendan que los techados sean altamente reflexivos y de bajo albedo (para evitar la ganancia térmica), contradictoriamente resultaría beneficioso aprovechar las altas temperaturas de la superficie expuesta de la cubierta asfáltica para forzar la ventilación al interior del edificio por una aproximación al efecto chimenea, claro está, con la debida disposición y aislación térmica de las ventanas sobre el nivel de piso interior terminado y a nivel del cumbrero de cubierta. Debido a la latitud geográfica de Guayaquil, el lugar idóneo para generar el área de ganancia térmica justamente es la cubierta (**ver figura32**) y no una orientación en particular de las fachadas más largas, ver carta solar en el **anexoB13e**.

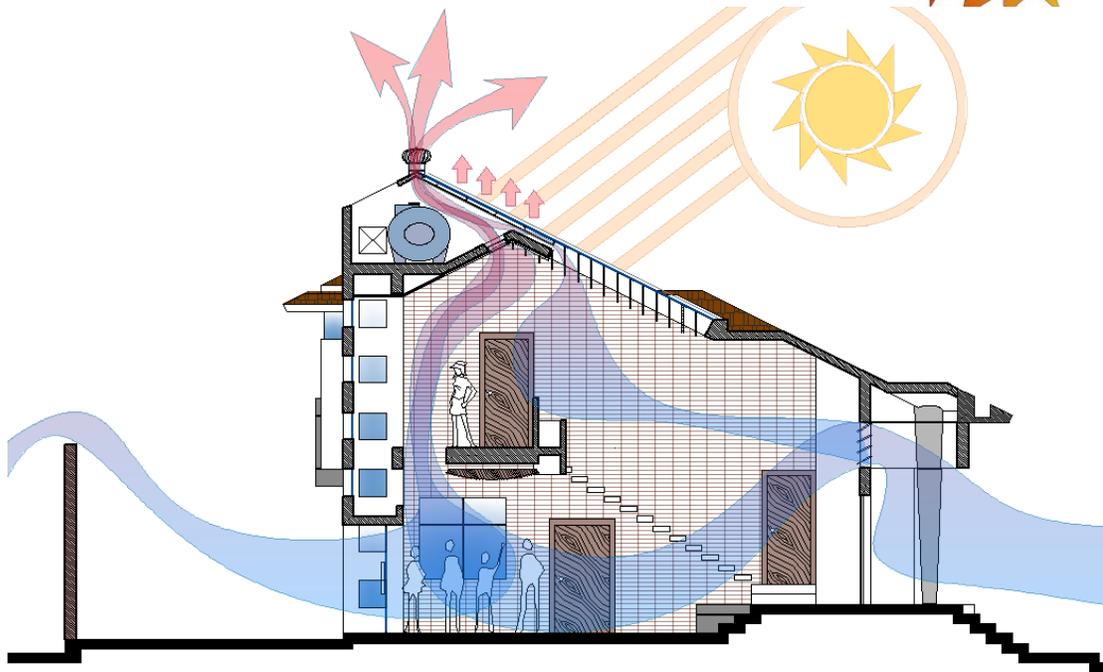


Figura32: Área de ganancia térmica para chimenea solar en la parte más alta de una cubierta¹¹³.

En los “elementos externos” del tipo arbóreo ocurre la evapotranspiración, pero principalmente en la parte superior de la copa, lo cual difícilmente surte efecto sobre las paredes exteriores de un edificio que se encuentran a nivel más bajo, así que no resulta totalmente efectiva en villas. En cambio, cuando no hay espacio para colocar “elementos externos” todavía cabe la posibilidad de trabajar en el mismo plano de las paredes e incluso sobre los planos de la cubierta de un edificio. Un revestimiento vegetal extensivo (forrajero) es la solución ideal para cubrir del sol a las paredes exteriores mientras los mantiene frescos por evapotranspiración. Típicamente se conoce a este sistema como terrazas/cubiertas ajardinadas y fachadas verdes (jardín vertical); y tiene la ventaja adicional de que permite recuperar, y a veces superar, la cantidad de metros cuadrados de áreas verdes que se pierden con el espacio de suelo ocupado por el edificio (**ver figura33**)

¹¹³ **Carlos Palacios Portés, Arq.** Sección transversal sin escala del proyecto de residencia Astudillo, ciudad de Machala-Ecuador.



Figura33: Áreas verdes trasladadas al techo y abatidas a la fachada del paralelepípedo que representa a un edificio hipotético¹¹⁴.

Se habrá notado alguna vez que el verde de muchas plantas locales comúnmente denota un color oscuro (menor albedo) y su uso iría en contra de lo que comúnmente se pregona para mitigar el UHI, no obstante, la ventaja de esta característica es que prácticamente fuerza a la planta a refrigerarse de inmediato para evitar un rápido calentamiento, lo cual se extiende a las paredes exteriores cercanas. En general, el follaje tiene una reducida inercia térmica, lo que asegura rápida disipación del calor ganado.

En relación a lo indicado en el **patrón#1**, los “elementos externos abióticos” pueden recibir un tratamiento superficial que mejore el rechazo a la ganancia térmica, o incluso puede combinarse con coberturas ecológicas bióticas para que generen una densidad mayor de sombra (**ver figura34**). Lo primero se refiere específicamente al albedo del acabado del elemento, sea pérgola o quiebra-sol, siempre será bueno incrementar esta propiedad para evitar la transferencia de calor hacia el edificio por el puente térmico que crea el anclaje de la estructura. Lo segundo sugiere emplear como estructura portante al mismo sistema de umbráculo,

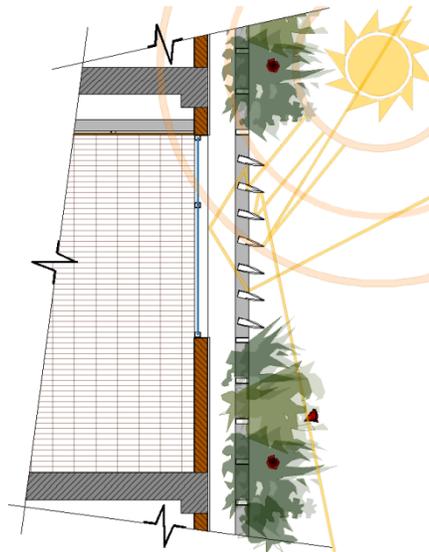


Figura34: Imagen sin escala de quiebra-soles y fachada verdadera de alto albedo (ver reflexión de rayos solares) y cobertura vegetal vertical en estructura¹¹⁵.

¹¹⁴ Imagen de elaboración propia.

¹¹⁵ Imagen de elaboración propia.



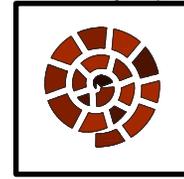
queiebra-sol o fachada falsa para revestirlos con coberturas vegetales extensivas (quizás del tipo trepadora), de esta manera se minimiza el riesgo de filtraciones en las paredes exteriores a causa del riego y, por ende, la formación de puente térmico^{116*}. Incluso si se maneja bien el color de los acabados con la composición estética del edificio, una fachada ventilada de superficie continua puede mejorar sus condiciones de purgado de calor con tan solo colocar en la parte superior (por el orificio de salida) materiales de muy bajo albedo que se complementen con el efecto de invernadero, el simple efecto chimenea evolucionará a chimenea solar. Cabe resaltar que el movimiento de aire es más continuo a causa de la fuerte diferencia de temperaturas, pero en Guayaquil una chimenea solar funcionaría mejor si la parte captadora de calor estuviera emplazada cerca del cumbretero de la cubierta y no directamente en una fachada (**figuras 32 y 39**).

^{116*} Cuando el agua de filtración ocupa los poros de un paramento, incluso los de un aislante térmico, automáticamente ocasiona una continuidad de materia que facilita la conducción de energía.



PATRÓN DE DISEÑO#3:

Control de masa térmica de edificios^{117*}



DEFINICIÓN:

Desde estadios tempranos de esta investigación se ha comentado sobre la relación de la masividad de los edificios con su capacidad térmica. En sí, la masa térmica **BM** (siglas de *building mass*, en inglés) es la cantidad de masa de paredes perimetrales que ha de recibir, almacenar y posteriormente liberar energía calórica del sol o de flujos antropogénicos.

CRITERIO:

SI en un proyecto arquitectónico no cabe la posibilidad de incorporar “elementos externos” que protejan a los paramentos exteriores del edificio de la exposición directa a la luz solar,

ENTONCES debe regularse la ganancia calórica por el empleo de materiales de bajo coeficiente de conducción térmica, mas no por incremento de masa térmica.

PROBLEMA:

No siempre es común encontrar viviendas con “elementos externos” de control de incidencia solar porque en muchos casos no existe el espacio suficiente de retiros para disponer de estos sistemas, incluso es probable que los edificios sean mucho más altos que los elementos bióticos externos o que simplemente se procuró el ahorro presupuestario en desmedro del confort higo-térmico. Entonces los edificios una vez más están sujetos a una incidencia completamente directa del sol.

Ante esto, muchas personas creen que con hacer una pared gruesa y más pesada el problema de ganancia térmica se va a resolver, y se vuelve una práctica común plantear paredes con bloque (de cualquier material) de 20cm de espesor para lograr este cometido, incluso hay quienes los rellenan de arena o de grout para que “el calor se mitigue”.

^{117*} El ícono del espiral de ladrillo representa la masividad de los paramentos que regulan la transferencia térmica al interior de los edificios.



Lo anterior tendría beneficios significativos en climas fríos, pero no en Guayaquil, entonces es preciso comprender el funcionamiento de la capacidad calorífica y la conductividad térmica.

La conducción térmica es un mecanismo de transferencia de calor a través de un material sólido entre sus caras paralelas que tiene lugar siempre que éstas se encuentren a diferente temperatura (el sentido del flujo es desde la zona de mayor temperatura hacia la de menor temperatura). Los materiales pétreos de construcción son malos conductores del calor, lo que los vuelve aislantes térmicos, aunque no de excelencia. El hecho de que un material sea aislante térmico no quiere decir que impedirá el paso de calor, sólo lo retrasará porque castiga la cantidad (flujo) que ha de atravesarlo en un momento dado pero al fin de cuentas y, en términos ideales, debe dejar pasar toda la energía incidente.

Por otra parte, el hecho de que un elemento arquitectónico disponga de una elevada masa térmica hace que se incremente la resistencia al cambio de temperatura por adición o sustracción de energía; mientras mayor sea masa de un material con calor específico c determinado, mayor será la energía que ha de transferirse para alterar la temperatura.

Una pared maciza, la de bloques rellenos con mezcla por ejemplo, brinda continuidad de materia y asegura un recorrido directo de la onda térmica incidente a través del paramento desde la cara del exterior hacia su cara interior (que se relaciona con un espacio arquitectónico más fresco). Si está compuesto de materiales de poca conducción térmica, el muro retrasará la llegada de la onda térmica hacia el interior, pero la incidencia solar es constante y, aunque sea poco a poco, el muro admite energía sin parar; esto último hace que el muro sea un auténtico almacén térmico que, de no tratarse correctamente, terminará por convertirse en un radiador hacia el interior. Si durante la noche no se ha conseguido liberar toda la energía incidente que trataba de atravesar el muro, se produce el mencionado superávit energético que contribuye al incremento del UHI. Con tal liberación nocturna de energía por radiación, con seguridad ningún guayaquileño aceptará habitar de noche en ambientes calurosos, por lo que recurrirá a climatización activa.

MECÁNICA DEL CRITERIO:

En definitiva para Guayaquil, como casi no hay diferencia entre los valores de calor específico de los materiales pétreos de construcción y se explicó



que resulta contraproducente retardar el paso del calor por masificación de paramentos, hay que pensar en resolver la ganancia térmica por otra vía.

La **fórmula6** confirma que **Q** es directamente proporcional a **M**, **c** y **ΔT** , descartado el tratamiento de los dos primeros por las razones antes citadas, queda la manipulación de la última variable pues, mientras mayor sea la diferencia de temperaturas entre el material con su entorno, más dificultad presentará a los cambios de temperatura. La mejor apuesta para incrementar la diferencia de temperaturas reside en retardar aún más la transferencia del calor por medio de la combinación de materiales de distintos coeficientes de conducción dentro del mismo paramento (pared multicapa) y así romper la continuidad de materia y eliminar puentes térmicos.

En el fondo, una pared multicapa no deja de ser una variante del sistema de doble envolvente porque siempre hay una capa exterior que recibe la energía del sol y una interior protegida, sin contar a las intermedias que son las que procesan el flujo térmico. Lo recomendable sería plantear un paramento compuesto de la siguiente manera (**ver figura35**): una capa exterior de mampostería enlucida **1** por afuera y preferentemente levantada con bloque hueco **2**, seguida de una lámina impermeable **3** (puede ser de papel oropel) para prevenir que cualquier filtración de humedad alcance la capa de aislamiento siguiente y ocasione puente térmico, después una capa de aislante térmico **4** de lana o espuma (la lana de vidrio suele ser más barata) para reforzar el retardo de onda y proteger de la transmisión por convección a la cámara de aire **5** que sigue (el aire es mal conductor del calor) y finalmente la cara interior del paramento que puede ser de mampostería o de montaje en seco **6** (este último debe prever la ruptura del puente térmico).

Aunque la respuesta es muy eficiente, hay que recordar que la conducción es directamente proporcional al área de captación térmica e inversamente proporcional al espesor de la pared, por lo que siempre hay que procurar aplicar el **patrón#1** o el **patrón#2**.

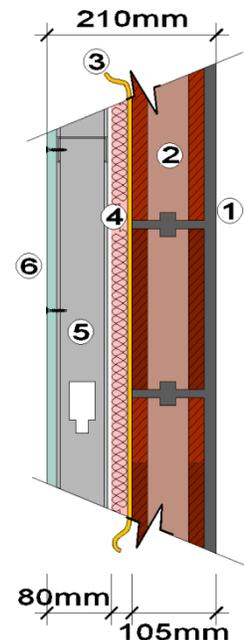


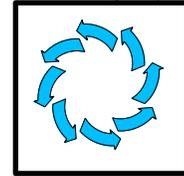
Figura35: Pared multicapa.¹¹⁸

¹¹⁸ Detalle sin escala de pared multicapa. Elaboración propia.



PATRÓN DE DISEÑO#4:
Rutas ventiladas^{119*}

DEFINICIÓN:



El viento es aire en movimiento, producto del calentamiento diferencial de las coberturas superficiales de la Tierra. El viento es capaz de remover o purgar energía térmica de las superficies sobre las que incide. Todos conocen que el viento se mueve fácilmente y con flujo laminar (sin turbulencia) en grandes extensiones libres de obstáculos, incluso se le atribuye a las superficies curvas y a los cuerpos de agua longitudinales como ríos y esteros la facultad de alterar la dirección del viento porque lo encauzan, pero hay que tener presente que el viento tiene un movimiento inercial mecánico y procura en algún momento recuperar su camino original. Esto último, al aplicarse en la ciudad, recuerda al cañón urbano, en donde hay paredes de edificios a los costados de una calle que pueden funcionar como un enorme ducto que conduce el viento hacia otros destinos. Estas son las “rutas ventiladas” denominadas así por los japoneses en el texto “*A case study on the air temperature distribution and wind path route in basin city Asahikawa*” que, en un concepto más refinado, atañen a la conducción del viento a través de cañones urbanos que convergen hacia zonas calurosas de la ciudad.

CRITERIO#1:

SI ha de desarrollarse un proyecto de ecosistema urbano en una zona en donde las lecturas de intensidad constante de viento son menores o iguales a la velocidad de 1.00m/s,

ENTONCES deben orientarse los ejes viales interiores de manera oblicua a la dirección de los vientos dominantes para facilitar la captación y descarga hacia una vía interior principal vinculada con la vía exterior y no ocasionar turbulencias y grandes sombras aerodinámicas.

CRITERIO#2:

SI una o más fachadas de un edificio poseen orientación favorable para el ingreso de los vientos locales a nivel del suelo urbano y existen facilidades para ocasionar ventilación cruzada,

^{119*} El ícono de la rosa rotatoria del viento representa su potencial refrigerante y renovador.



ENTONCES debe canalizarse su ingreso al interior del edificio por medio de vegetación de orden arbustivo en composición escalonada para que lleguen a la altura de las ventanas.

CRITERIO#3:

SI una o más fachadas de un edificio no poseen orientación favorable con respecto a los vientos locales, no hay posibilidades de ocasionar ventilación cruzada, hay probabilidades de que se manifiesten problemas de humedad, los vientos tienen magnitud de 0 a 1 en la escala de Beaufort, o se presentan todos los aspectos anteriores combinados,

ENTONCES, aplicar el **criterio#2 del presente patrón** y emplear mecanismos pasivos para ocasionar ventilación forzada por convección.

PROBLEMA:

En general, los vientos locales de Guayaquil a lo largo del día son bastante erráticos, no obstante, la mayor frecuencia registrada en 2009 se encuentra en dirección SW (desde el golfo) **ver figura36** y **anexoB13a**. Los registros indican que la velocidad es muy poco intensa (menor a 1.00m/s)^{120*}, lo que explica por qué hay continuamente momentos en donde no se percibe ni la más mínima brisa y los espacios abiertos y cerrados se tornan calurosos (vientos a nivel del suelo urbano con velocidades menores a 8.00km/h ó 2.22m/s no ocasionan cambios perceptibles en la sensación térmica de la temperatura¹²¹).

Inevitablemente, cuando el viento incide sobre un obstáculo siempre genera una zona de alta presión a barlovento, mientras que a sotavento ocasiona presión negativa y una zona de calma (sombra aerodinámica). La sombra aerodinámica es conflictiva porque no garantiza una adecuada renovación del aire a nivel del suelo urbano que gana energía térmica por calor antropogénico y otros flujos radiativos.

^{120*} Según la escala de Beaufort el valor atribuible a esta velocidad es de 1 que lo cataloga “ventolina”; los efectos descritos indican que las superficies de los cuerpos de agua aún conservan inalterables los reflejos, aunque se pueden apreciar ondulaciones muy ligeras (como escama de pez) que no rompen y tampoco generan espuma; se habla también de que el humo se mueve levemente hacia la dirección de la brisa. Visitar:
<http://www.bom.gov.au/lam/glossary/beaufort.shtml>
<http://weather.about.com/od/imagegallery/ig/Weather-Map-Symbols/Beaufort-Wind-Scale.htm>

¹²¹ <http://www.windsurfers.com.ar/sensacion%20termica.htm>



El trazado vial reticular en forma de damero se convierte en un verdadero obstáculo para la circulación eólica cuando se encuentra ortogonal con respecto a la dirección predominante del viento y cuando existen además edificios en altura que incrementan la magnitud de las sombras aerodinámicas a sotavento. Como agravante, es más usual todavía encontrar la pérdida de continuidad de las calles cuando aparecen intersecciones en forma de “T”, esto despreja la posibilidad de encauzar los vientos a través de los cañones urbanos hacia los lugares más calurosos de la ciudad.

Por último, muchas construcciones de Guayaquil padecen del síndrome del edificio enfermo por presencia de humedad en ambientes interiores mal ventilados, pues es evidente que no se capta el viento de la manera debida más que nada en sectores en donde se permite adosamiento. Pero también hay que recordar que el valor de humedad relativa media del aire en la época lluviosa de Guayaquil excede el 75%, lo cual lleva a pensar que no siempre será grato llevarlo al interior de las edificaciones por las consecuencias sanitarias y de confort higro-térmico que acarrea, es por eso que muchas personas prefieren encender el acondicionador de aire para mitigar temperaturas e inconscientemente reducir la humedad absoluta.

MECÁNICA DE LOS CRITERIOS:

A nivel micro-escalar hay que buscar el mecanismo pasivo más adecuado para intensificar los efectos al interior de los edificios y así generar microclimas de confort higro-térmico y, a macro-escala hay que plantear el correcto ordenamiento urbano para guiarlos hacia direcciones que necesiten purgar calor. El comentario más o menos quiere decir que hay que aprender a utilizar los pocos recursos disponibles.

Aunque en muchos sectores de Guayaquil ocurren los problemas mencionados, es evidente que existen otros que gozan de mejores condiciones, quizás por la orientación con respecto a la dirección del viento y a la cercanía con cuerpos de agua y explanadas; por ejemplo, las manzanas del centro de la ciudad (**ver figura36**) son oblicuas a la dirección de los vientos locales del río y a los predominantes con dirección SW, por lo que se consigue minimizar las sombras aerodinámicas y se logra una tan buena distribución de ventilación que probablemente atenúa la temperatura del sector entre 2 y 3°C. Hay que agregar, sin embargo, que mucho tiene que ver el efecto de cañón urbano, que en todas partes del mundo funciona como un acelerador de velocidad del viento.



Figura36: Orientación de las manzanas del centro de Guayaquil en relación a los vientos dominantes locales.¹²²

Poco puede hacerse con respecto al trazado vial existente, no es posible modificarlo para mover los vientos dominantes hacia los sitios calurosos de la ciudad, pero sí se puede planificar las zonas en desarrollo urbano. La autopista Guayaquil-Salinas tiene completo su trazado y no posee cañón urbano porque la relación **H/W** es despreciable, por tanto, pensar en que la vía servirá de ruta ventilada sería demasiado pretencioso, no obstante, debe permitirse que el viento a nivel del suelo mantenga el camino que su movimiento inercial tiene dispuesto. Los artículos 113.1 y 113.2 del plan regulador vigente se refieren respectivamente a la red vial fundamental como “constituida por vías primarias, las que... comunican y dan acceso a grandes zonas de la ciudad...” y a la vialidad secundaria como “vías que... comunican y dan acceso a sectores urbanos, o brindan acceso a la vialidad primaria.”; en apego a estas definiciones habría que esperar que, de algún modo u otro, las vías en donde sí hay “situaciones de cañón urbano”^{123*}, consigan trasladar el viento hacia otros lugares, por lo que es prudente siempre descargar las masas hacia ellas.

El cañón urbano puede producirse también en calles peatonales o vehiculares de escasa sección en comparación a la altura de edificación

¹²² Imagen editada a partir de foto de Google Earth.

^{123*} <http://ventdiscourse.veetech.org.uk/evaluation%20seminars/Module%202.pdf>; el texto explica que existe cañón urbano siempre que $H/W > 0.70$, lo que denomina como “situaciones de cañón urbano”.



permitida sobre el nivel de bordillo y se puede sacar partido de la orientación sugerida en el **criterio#1 de este patrón** para dirigir los vientos hacia la vía principal de la urbanización con conexión hacia la autopista e implementar el efecto Venturi. Disminuir el ancho de estas vías en la salida no ocasionará un aumento significativo de la velocidad del viento porque el efecto Venturi aplica exclusivamente a conductos cerrados, además de que ocasionaría problemas funcionales de circulación, por el contrario, puede procurarse cubrir completamente la sección de la calle con las copas de los árboles enfrentados, incluso si se poda escalonadamente su parte baja puede generarse una especie de embudo que mejora el comportamiento del efecto; de todas formas habría que prever intervalos sin árboles para evitar estancamiento del aire durante los momentos en que no corre viento (**ver figura37**). Es importante también disminuir la rugosidad que las fachadas ofrecen al viento, un concepto que no involucra necesariamente a las coberturas, pero sí al emplazamiento de las construcciones en una línea de fábrica común, esto evita turbulencias en el desplazamiento del viento a través del cañón urbano.

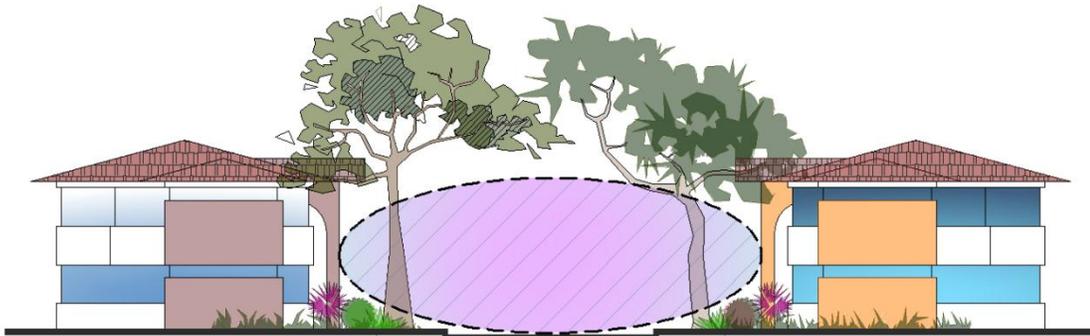


Figura37: Conducto virtual de aire definido por la parte baja de las copas de árboles, fachadas y arbustos en composición escalonada y calzada.¹²⁴

En cuanto al **criterio#2 de este patrón** debe decirse que es una captación ideal del viento predominante, cuya intención primordial es de encaminar el viento directamente hacia las zonas de menor presión (boquetes de ventana) por medio de vegetación arbustiva en altura creciente para que ingrese al edificio y no demore en salir porque contiene humedad y quizás haya recibido el aporte de la evapotranspiración de las plantas del exterior. Debe contemplarse que, también en condiciones ideales de ráfagas de viento continuo, mientras más rápido se mueva el aire, las posibilidades de

¹²⁴ Imagen sin escala de elaboración propia.



refrigeración y eliminación de humedad mejoran sustancialmente; entonces, puede aplicarse la proporción de 1.00:1.25¹²⁵ a los tamaños de ventanas a barlovento y sotavento respectivamente para incrementar la velocidad de ingreso de aire, inclusive se puede considerar redirigir el flujo por medio de barajas hacia las áreas de trabajo (ver figura38).

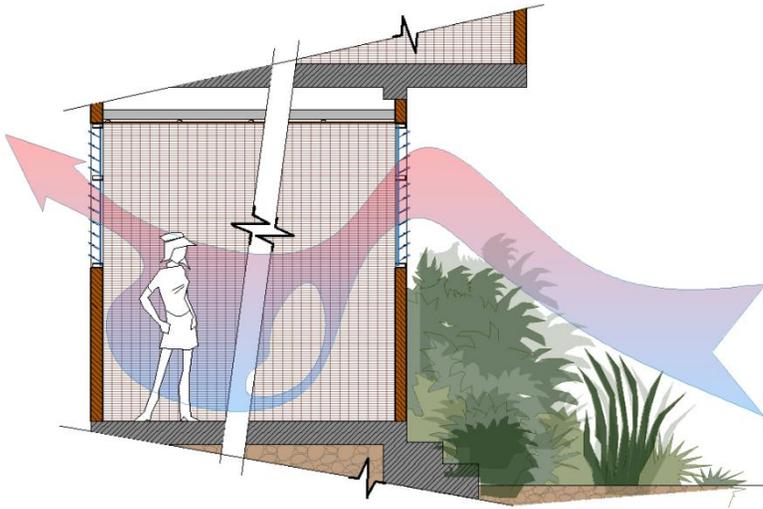


Figura38: Viento encauzado por medio de vegetación arbustiva hacia el interior de un espacio que goza de ventilación cruzada, el viento se redirige hacia el área de trabajo y se acelera su velocidad por diferencia de secciones en las ventanas¹²⁶.

Como ya se citó antes, en Guayaquil son cotidianas las condiciones desfavorables de ventilación al interior de los edificios por problemas ocasionados fundamentalmente por el diseñador arquitectónico al ignorar las condicionantes climáticas en la resolución de su proyecto. El **criterio#3 de este patrón** es complementario a los dos anteriores y es aplicable en las situaciones descritas en el enunciado.

Para momentos en que no corre viento o la velocidad de éste es pobre, o sencillamente la edificación está ubicada en una sombra aerodinámica, existen formas muy efectivas de ocasionar movimiento de aire por medio de la implementación de sistemas pasivos de climatización, por ejemplo, la fachada ventilada o variantes de la chimenea solar tal y como se explicó para el **criterio del patrón#2 (ver figura39)**, el primero funciona día y noche, pero depende de la velocidad del viento; mientras que el segundo en cambio

¹²⁵ **Manual de diseño para edificaciones eficientemente energéticas en el trópico**, pág40. Sosa, María Eugenia & Siem Giovanni,

¹²⁶ Imagen de elaboración propia.



funciona exclusivamente de día aun a pesar de que no exista ni la más mínima brisa.

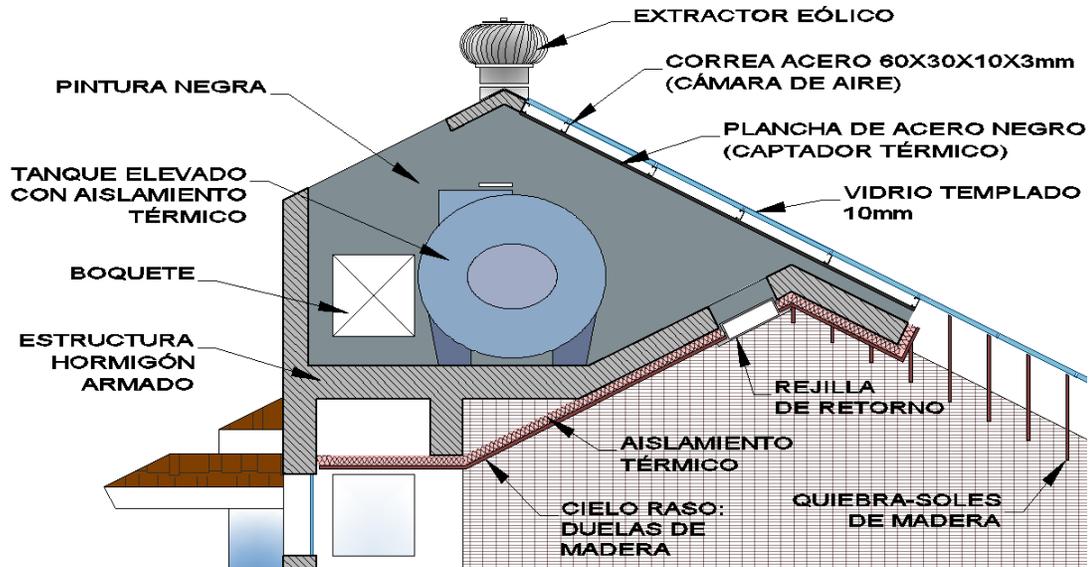


Figura39: Planteamiento de chimenea solar a nivel del cumbrero de cubierta.¹²⁷

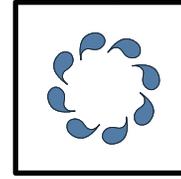
En situaciones mucho más complejas podría parecer que en un edificio medianero que tiene tres vecinos adosados es relativamente imposible aplicar ventilación cruzada, pues el viento no busca entrar en los lugares donde no hay salida, sin embargo, puede manipularse las presiones por medio de accesorios en la única fachada para conseguir que el viento ingrese al edificio y luego salga por el mismo lugar sin perjudicar perceptiblemente la velocidad.

¹²⁷ **Carlos Palacios Portés, Arq.** Detalle sin escala del área de tanque elevado de agua potable y chimenea solar del proyecto de residencia Astudillo, ciudad de Machala-Ecuador.



PATRÓN DE DISEÑO#5:

El potencial refrigerante del agua^{128*}



DEFINICIÓN:

La humedad del aire^{129*} es causante de la escasa amplitud térmica en las localidades de baja continentalidad^{130*} porque gracias al elevado calor específico del agua adquiere el funcionamiento de agente termo-regulador. El aire puede perder humedad si ésta llega a depositarse en las superficies de cobertura por condensación, no obstante, puede recuperarla si reciben la incidencia del sol o del viento (o de ambos) lo cual, de paso, ocasionará un enfriamiento por evaporación. Por lo expuesto, el agua en sus estados líquido y gaseoso juega un papel importante en climatización pasiva como sumidero de calor complementario.

PROBLEMA:

A menudo se dice que las áreas verdes generan temperaturas más frescas en cualquier entorno porque contienen agua que evaporan para refrescarse a sí mismas; de hecho, en una ciudad como Guayaquil, en donde la calma de viento es constante en muchos sectores urbanos, éste es el único mecanismo natural que queda para purgar el calor almacenado en las coberturas.

^{128*} El ícono de las gotas de agua representa su potencial como sumidero de calor.

^{129*} La humedad del aire es vapor de agua diluido y no desaparece espontáneamente, más bien tiene dos alternativas: o el viento la arrastra consigo a otra parte, o se precipita. En el primer caso hay evidencia de que el viento es causante de la evaporación de la capa superficial de los cuerpos de agua debido a que a ese nivel las moléculas tienen enlaces menos fuertes y pueden ser arrancadas del conglomerado con facilidad, lo que ocasiona la pérdida de masa, energía interna y una disminución de la temperatura del agua; de allí que la evaporación es considerada un proceso de enfriamiento, además esto prueba que los líquidos pueden pasar a la fase gaseosa sin alcanzar el punto de ebullición. El segundo caso se da por disminución drástica de la presión del aire a causa del incremento de su temperatura, lo que hace que éste pueda contener mayor cantidad de humedad y de alguna manera llegue al límite de saturación; también puede pasar que el aire se enfríe tanto que alcance el punto de rocío, la cantidad de agua precipitada por punto de rocío es mucho menor que por saturación.

^{130*} La continentalidad califica cuán cerca se encuentra una ciudad de un cuerpo de agua de magnitud importante como el mar, un lago, etc.



Pero todo proceso de ejecución de obras civiles de proyectos urbanos convencionales implica la pérdida de superficies de recarga de mantos acuíferos^{131*} porque se reemplaza las coberturas naturales existentes por otras mucho más densas y aptas para resistir cargas mecánicas de edificios, tránsito vehicular y actividades antrópicas varias; esto ocasiona un daño puntual al medio ambiente que es paralelo y quizás ligeramente previo a la formación del UHI por pérdida de la capacidad de retención de humedad de las coberturas, sea por depredación de áreas verdes o por empleo de revestimientos hidrófugos. Si no existen superficies que contengan humedad y que estén expuestas a la acción del viento y sol, difícilmente habrá manera eficaz de mitigar las altas temperaturas al interior de la urbe.

CRITERIO:

SI en un proyecto de ecosistema urbano se han previsto edificios y superficies horizontales “duras” (impermeables) sujetos a ganancia térmica,

ENTONCES debe incorporarse simultáneamente coberturas ecológicas con capacidad de retener la humedad del aire que reciban durante el mayor tiempo posible la incidencia de sol y viento.

MECÁNICA DEL CRITERIO:

En concordancia con el **patrón#3**, parte de la humedad contenida en los cuerpos puede ser liberada al medio ambiente y cumple la función enfriadora por medio de su evaporación. Aun cuando ninguna clase de climatización evaporativa es recomendada en espacios arquitectónicos interiores cuando la humedad relativa del aire sobrepasa el 70% (por favorecer formación de moho); es factible pensar en emplear esta vía para purgar el calor superficial de las superficies exteriores que se encuentren expuestas a la incidencia solar y a la acción del viento. Un buen mecanismo derivado es la evapotranspiración, que es una forma natural de refrigeración por evaporación adiabática de la humedad y agua almacenada por el follaje de las hojas de las plantas y su sustrato, mientras sol y viento inciden sobre ellas.

^{131*} Cabe acotar que las fachadas y cubiertas ajardinadas del **patrón#3** permiten recuperar áreas verdes, pero nunca las superficies de recarga de acuíferos.



Los materiales duros de cobertura del suelo urbano no pueden generar humedad por sí mismos y suelen ser impermeables; sin embargo, la tendencia actual en suelos exteriores es de conferirles permeabilidad fundamentalmente para recuperar áreas de recarga de mantos acuíferos, esto facilita la absorción de humedad del aire y retención de agua dentro del material. Estos son los llamados “pavimentos porosos”, que también funcionan como coberturas ecológicas porque son potenciales climatizadores pasivos por evaporación. En grandes áreas de parqueo a cielo abierto es recomendable reemplazar el pavimento duro por pavimento permeable, incluso es aceptable el uso de piedra triturada como solución provisional si el terreno tiene previsto otro uso para el futuro. El uso de espejos de agua como una cobertura que también regula la temperatura por evaporación es recomendable, pero su estructura estanca se contradice con el intento de recuperar áreas de recarga de la napa freática, así que esta propuesta los descarta.

En camineras para áreas verdes últimamente se ha estilado permitir el crecimiento de especies rastreras entre las juntas del material de cobertura de piso (habitualmente adoquín de hormigón, arcilla o piedra pómez), es otra medida que permite la recuperación parcial de superficies de recarga de aguas subterráneas.

Finalmente, existe una variante de coberturas porosas que puede aplicarse en los techos casi horizontales de algunos edificios, si bien no podrá restaurar las áreas de recarga de aguas subterráneas, al menos mantendrá refrigerada a la cubierta. En países con estaciones muy diferentes es común colocar una cama de piedras oscuras tipo canto rodado en los techos para incrementar la inercia térmica, usarlos como acumuladores de calor en el invierno y como climatizadores por evaporación en el verano; en Guayaquil podría funcionar de otra forma, las piedras deben ser blancas (naturales o pintadas), de preferencia deben estar barnizadas y se debe contar con un sistema de riego que hidrate continuamente la superficie para garantizar que sol y viento hagan su trabajo de evaporación^{132*} (**ver figura40**). Hay que decir que los moradores de la parte residencial de la vía a la Costa aseguran que el viento es constante durante todo el año en el sector, lo cual garantiza la correcta refrigeración incluso en horas de la noche.

^{132*} Es cotidiano apreciar la refrigeración por hidratación y evaporación en los puestos de venta de mariscos de los mercados cuando el tendero echa agua periódicamente sobre el pescado que tiene en exhibición.

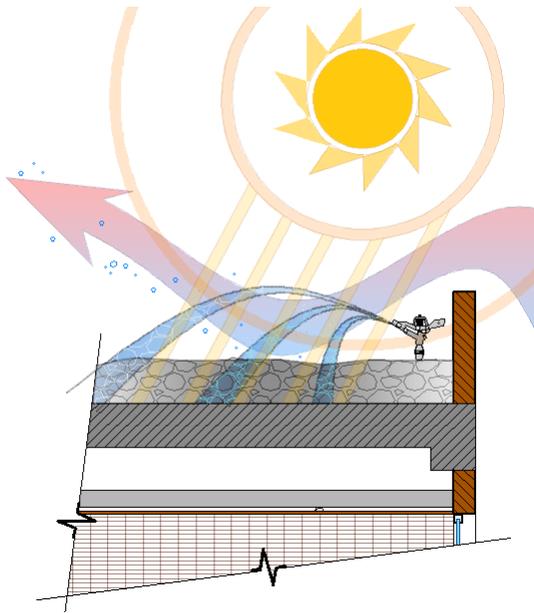


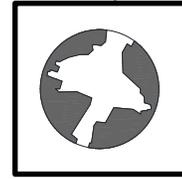
Figura40: Cubierta evaporativa, el aspersor hidrata continuamente la capa de piedra mientras sol y viento evaporan el agua agregada.¹³³

¹³³ Imagen sin escala de elaboración propia.



PATRÓN DE DISEÑO#6:

Regulación de geometría urbana^{134*}



DEFINICIÓN:

A lo largo de esta investigación se trabajó con el factor de cielo visible **SVF** como el único elemento de descripción de la forma (geometría) urbana porque, en cierto modo, absorbe el resultado de la relación **H/W**. Sin embargo, resulta mucho más difícil interpretar un valor **SVF** que uno **H/W** porque el primero responde a un cálculo complejo de áreas en base a proyecciones estereográficas, mientras que el segundo puede ser directamente medido a partir de un plano de corte en proyección ortogonal con verdaderas magnitudes.

Entonces, para fines prácticos y palpables de comprensión, este patrón asume como indicador de regulación ambiental de geometría urbana al factor **H/W** (altura de edificios versus ancho de vía); se explicó en el **patrón#4** que cuando esta relación excede el 70% se produce el efecto de cañón urbano, cuyas medidas de prevención recaen en la regulación de geometría urbana.

CRITERIO#1:

SI se plantean vías peatonales en un proyecto de desarrollo urbano residencial,

ENTONCES se debe reducir la altura de los cerramientos de los solares para disminuir la formación del efecto de cañón urbano.

CRITERIO#2:

SI existiere una zona de alta intensidad de edificabilidad (elevado CUS) dentro de un proyecto de desarrollo urbano residencial/comercial,

ENTONCES se debe disminuir las reflexiones hacia el interior del cañón urbano por medio de elementos externos horizontales colocados estratégicamente en las fachadas de los edificios.

^{134*} El ícono del cielo visible representa la intensidad de usos de suelo urbano edificable.



PROBLEMA:

El paisaje urbano percibido por todas las personas que visitan el casco comercial de la ciudad es de calles aparentemente angostas cercadas por grandes murallas que forman las fachadas de los edificios; sin lugar a dudas esto determina elevados coeficientes **H/W** y bajos valores SVF.

En la medida que un edificio es más alto, su área lateral expuesta al sol puede llegar a superar varias veces al área de implantación en el terreno, lo que incrementa la cantidad de energía a ser transferida. También, mientras más alto es el edificio y más cerca se encuentre frente a otro, más posibilidades de que los reflejos lumínicos hacia el interior del cañón urbano permanezcan allí y alimenten constantemente a las coberturas por reflexiones múltiples, la **figura41** contabiliza el número de reflexiones especulares para tres casos hipotéticos.

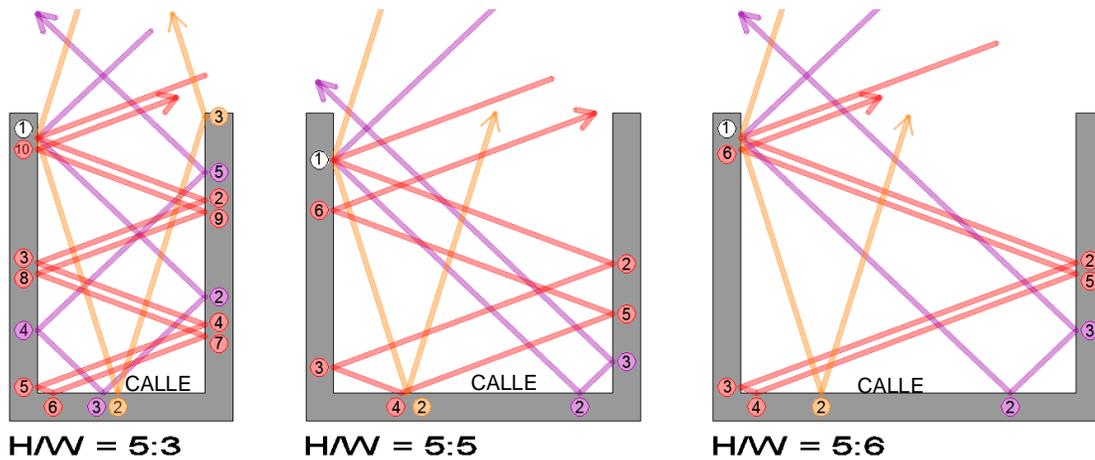


Figura41: Reflexiones múltiples de luz en diferentes proporciones de cañón urbano.^{135*}
Elaboración propia.

^{135*} Las direcciones de los rayos reflejados han sido calculadas por medio del método geométrico de la reflexión especular, en donde el rayo reflejado siempre es simétrico al rayo incidente a partir de un eje normal al plano de incidencia.



Lo mencionado no es extremo en el sector residencial de la autopista Guayaquil-Salinas porque las edificaciones no exceden en general las dos plantas pero, es tendencia de muchos promotores inmobiliarios que buscan ahorrar espacio, imitar lo que ocurre en otras partes de la ciudad como Saucos y Alborada, en donde se permiten escenarios que comprenden calles peatonales de 5.00m de sección con las líneas de construcción de viviendas de hasta tres plantas sobre el lindero (**ver figura42**), incluso pocos se oponen a que se pavimenten las áreas verdes de este tipo de vía para dar lugar a parqueaderos al pie de cada solar.

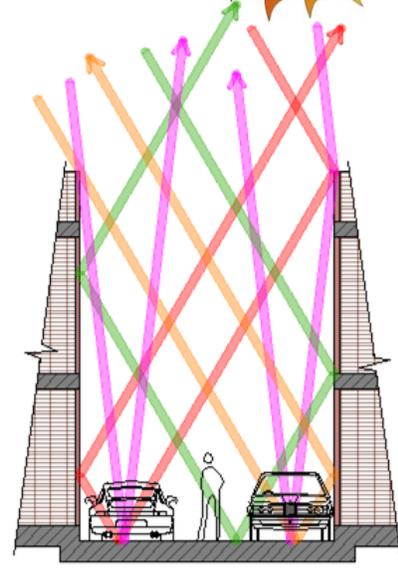


Figura42: Reflexiones múltiples en un cañón urbano peatonal, el corte sin escala muestra un $H/W=1.46$.

MECÁNICA DE LOS CRITERIOS:

Las **figuras41 y 42** sugieren que debe regularse la ganancia térmica de las superficies verticales y del suelo urbano de alguna manera. Sería inútil tratar de manipular el H/W de un futuro sector en donde la intensidad de edificación esté prevista para ser elevada, allí es inevitable la formación del cañón urbano a menos que se construya mayormente en sótano; pero sí sería más lógico y fácil hacerlo en las zonas residenciales de densidad baja ya que las alturas de edificación en relación a la sección vial realmente son más manejables. H/W entonces debe ser consecuencia de la densidad de unidades habitacionales permitidas en el sector y de la altura máxima de edificación y deben procurarse valores por debajo del 70%.

En un análisis **SVF**, un cerramiento más bajo y adelantado que la fachada de los edificios poco consigue modificar el resultado del factor, pero sí es capaz de influir notoriamente en el resultado H/W . Por ejemplo, la **figura43** ilustra una vía peatonal con franja de áreas verdes entre dos cerramientos ubicados en sus respectivos linderos y se aprecian edificaciones de dos plantas retiradas de éstos; el H/W entre vía y cerramientos responde al 40% (2.00m:5.00m), por lo que no hay “situaciones de cañón urbano”, pero bastaría con incrementar un poco la altura del cerramiento (3.50m:5.00m) para que se manifieste el efecto.

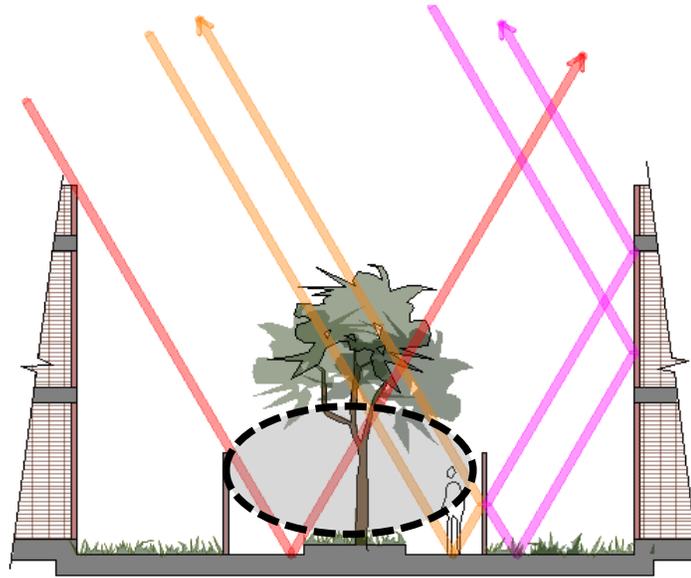


Figura43: Cañón virtual (línea segmentada) y reflexiones múltiples en una peatonal con cerramientos laterales. Elaboración propia.

Lo anterior determina entonces asumir la resolución del **criterio#1**, si se trata de una urbanización cerrada como las de la autopista Guayaquil-Salinas, se supone que se gozaría de seguridad privada, por lo que sería factible remover o al menos disminuir sustancialmente la altura de los cerramientos con frente a las vías públicas. La idea fundamental de esto último consiste en ganarle espacio virtual al ancho de calle "W" al incorporar los retiros de ambos lados, de esta manera se disminuiría **H/W**, la **figura44** explica la distribución de las reflexiones múltiples al interior de una peatonal con **H/W** del 66%.

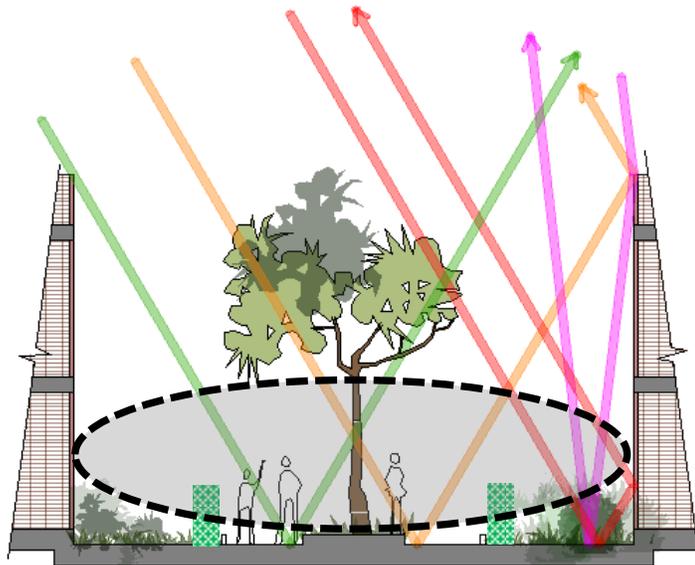


Figura44: Cañón virtual (línea segmentada) y reflexiones múltiples en una vía peatonal sin cerramientos laterales. Elaboración propia.



El **criterio#2** del presente patrón da por sentado que se producen situaciones de cañón urbano en zonas de alta densidad de edificios en altura, razón por la cual estudia el traslado parcial del plano horizontal del suelo hacia arriba como “elementos externos” del tipo alero en los edificios.

En ciudades de latitud ecuatorial con climas calurosos como Guayaquil es preferible evitar la ganancia térmica por reflexiones múltiples en las paredes exteriores, por lo que es saludable disponer de aleros y volados no tan pronunciados envíen de vuelta la radiación hacia el cielo pero, en vista de que no existe una solución óptima para tratamiento de todos los ángulos de incidencia solar^{136*}, esta propuesta trabaja con ángulos solares verticales **VSA** (del acrónimo en inglés de Vertical Sun Angle). El **cuadro35** contiene los **VSA** de Guayaquil para todos los meses del año en horas de mayor intensidad de la radiación solar. Geométricamente **VSA** se entiende como la proyección ortogonal de un rayo de luz (definido espacialmente por las coordenadas solares del **anexoB13e**) sobre un plano normal a la superficie vertical de incidencia¹³⁷, esta propuesta asume como caso general que tal plano normal genera una traza con el suelo que coincide con el eje norte-sur.

VSA (Vertical Sun Angle) - [°]					
hora mes	14h00	13h00	12h00	11h00	10h00
ene-01	113,50	111,60	111,40	112,60	115,70
feb-01	107,50	105,40	105,50	106,80	109,70
mar-01	97,70	97,10	97,10	96,80	99,50
abr-01	82,90	83,30	83,30	83,00	82,30
may-01	71,90	73,10	73,30	72,60	70,50
jun-01	64,40	66,20	66,50	65,40	61,40
jul-01	62,40	64,10	64,30	63,00	59,80
ago-01	67,50	68,90	69,00	67,80	64,90
set-01	79,10	79,80	79,90	79,50	78,30
oct-01	91,10	90,80	90,70	90,90	91,20
nov-01	103,90	102,40	102,00	102,50	104,20
dic-01	112,30	110,30	109,80	110,80	113,40

Cuadro35: Ángulos solares verticales de Guayaquil.¹³⁸

^{136*} Después de múltiples intentos gráficos, se concluyó que los sistemas fijos de quiebra-sol no son efectivos para todas las inclinaciones aparentes del sol porque con facilidad pueden repeler hacia el cielo los rayos solares a determinada hora, mientras que a otra los pueden redirigir hacia otros edificios o al suelo mismo. Una solución ambiciosa sería disponer de barajas mecánicas auto-graduables con sensores de radiación.

¹³⁷ http://wiki.naturalfrequency.com/wiki/Shadow_Angles

¹³⁸ Datos obtenidos del programa Autodesk Ecotect Analysis.



Hay que recordar que en latitudes ecuatoriales la incidencia solar se caracteriza por su verticalidad, del **cuadro35** se han elegido dos datos máximos, el de mayor inclinación (julio a las 10h00) y el más cercano a la normal (octubre a las 12h00); se entiende que estos dos valores abarcan a todos los demás. La **figura45** muestra lo que ocurre con las reflexiones solares cuando impactan sobre un extremo del cañón en la fachada de un edificio hipotético que tiene voladizos de diferentes longitudes, asimismo se remarca con colores de relleno las áreas críticas que redirigen los rayos solares hacia el suelo urbano.

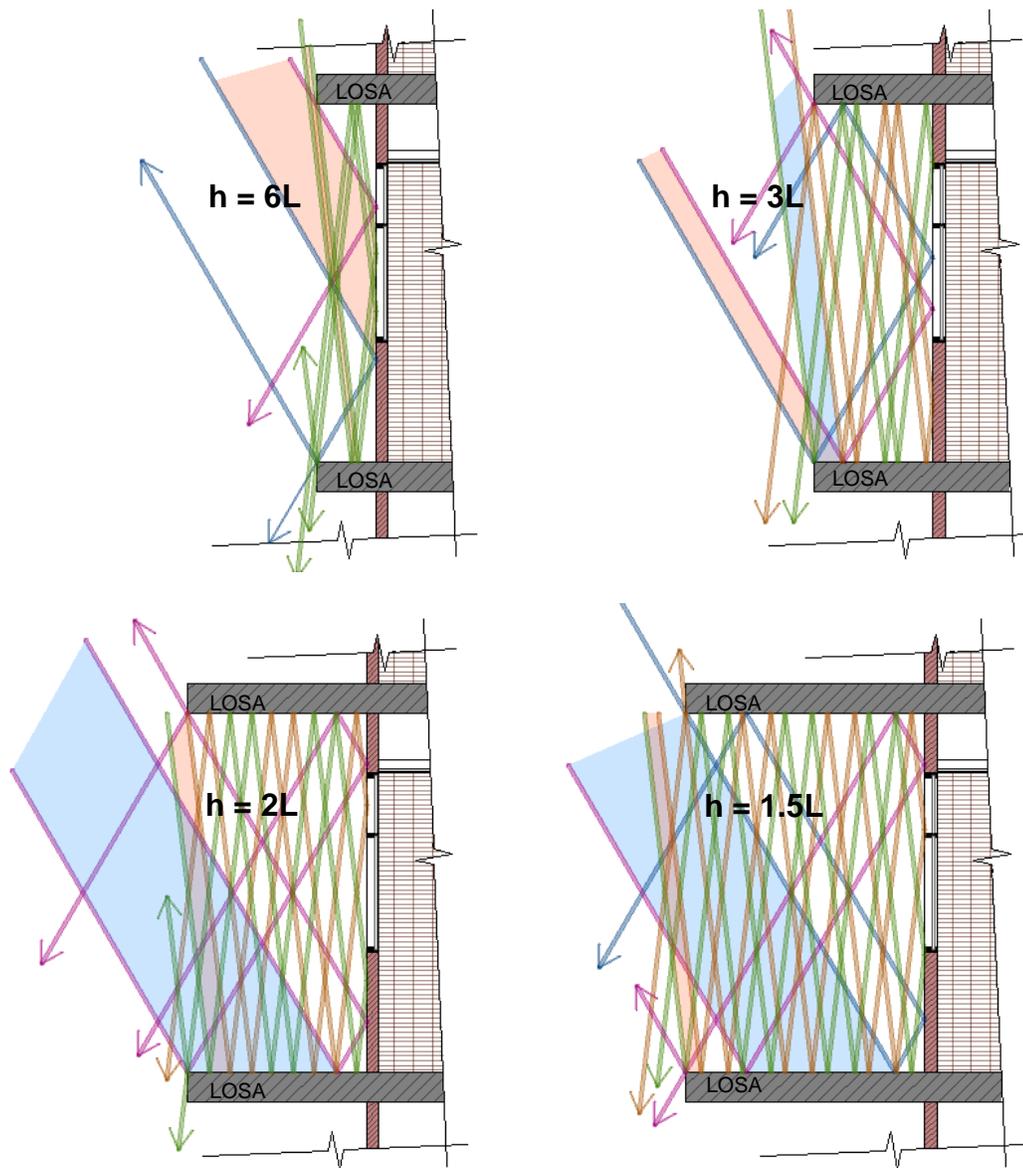


Figura45: Incidencia solar sobre aleros de una fachada. Elaboración propia.

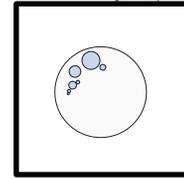


Los aleros y voladizos son una buena opción para proteger el interior de un edificio de la radiación solar directa pero, por lo expresado en los dibujos de la **figura45**, se aprecia que hay diferentes consecuencias según la relación de la altura piso-tumbado (**h**) y longitud del alero (**L**). En todos los casos expresados en esta figura se evidencia la existencia de áreas críticas pintadas en beige y celeste que representan al rango de rayos luminosos que no pueden ser redirigidos hacia el cielo. El gráfico que presenta una altura libre tres veces mayor que el alero (**h=3L**) es definitivamente el más balanceado de todos porque marca un área crítica mucho menor en una orientación con las fachadas de ventanas expuestas hacia el norte o hacia el sur. Si el edificio no prolonga su estructura en voladizo, siempre se puede disponer de “elementos externos” horizontales que suplan esta función.



PATRÓN DE DISEÑO#7:

El frío nocturno^{139*}



DEFINICIÓN:

Un vez que se suspende la incidencia de una fuente térmica sobre los objetos circundantes debería presenciarse la liberación de toda la energía acumulada por éstos hasta alcanzar el equilibrio térmico con su entorno; básicamente esto se entiende como el enfriamiento de los cuerpos por la transmisión térmica hacia un sumidero de calor. Es lo que teóricamente debería ocurrir con las coberturas urbanas cuando anochece, sin embargo, aunque con menor intensidad que el sol, persiste el aporte de calor antropogénico de los equipos de climatización.

Se ha mencionado en esta investigación que cada sector urbano sufre cierto de retardo en la liberación de energía calórica después de que el sol se oculta debido a las particularidades físicas de su masa térmicas entonces, durante este lapso, el ambiente nocturno torna más frío al aire y mejora sus condiciones como sumidero de calor porque los edificios y suelo urbano ya no reflejan más energía del sol^{140*}. Esto es el frío nocturno y puede aprovecharse en conjunto con el poder refrigerante del viento.

CRITERIO:

SI un proyecto de desarrollo urbano residencial ha de asentarse en una zona en donde exista ventilación natural sin turbulencia y cielos nocturnos habitualmente despejados,

ENTONCES, los edificios deberán contar con un sistema de “*purgado nocturno de energía térmica*”.

PROBLEMA:

En Guayaquil las noches suelen ser calurosas cuando el día ha sido caluroso, pero son todavía más calurosas cuando el cielo está nublado, lo que restringe la eliminación del calor radiante. El UHI es causal de la

^{139*} El ícono de la luna llena significa el enfriamiento de las superficies que ocasiona la ausencia de la luz solar.

^{140*} Hay que recordar que el aire no se calienta directamente por los rayos solares debido a que es mal conductor del calor, por el contrario, es la radiación reflejada por los edificios la que hace subir su temperatura por el mecanismo de convección.



formación de nubes tipo cúmulo sobre las zonas urbanas¹⁴¹ debido a la evaporación por altas temperaturas diurnas o enfriamiento nocturno brusco.

El sistema de purgado nocturno de energía calórica consiste básicamente en el intercambio térmico de los ambientes interiores de una edificación con el aire exterior por medio del aprovechamiento de la ventilación en horas de la noche, pero su funcionamiento ha sido destinado específicamente para lugares con amplitud térmica de mediana a grande¹⁴²; en Guayaquil este factor del clima es pequeño debido al elevado contenido de humedad del aire, lo que llevaría a suponer que la solución no sería efectiva.

MECÁNICA DEL CRITERIO:

Vale mencionar que durante el relevamiento de temperaturas en el transecto T:48-63 (vía a la Costa) que se realizó con estación móvil se observó que a medida que se está más lejos de la ciudad el cielo se muestra más despejado (tanto que después del km15 pueden apreciar perfectamente las constelaciones), mientras que sobre la ciudad hay una evidente contaminación lumínica y un cielo mucho más nublado. Basta con tener en cuenta los testimonios de los moradores de la vía a la Costa acerca de la constancia de ráfagas fuertes de viento y los cielos nocturnos despejados para pensar en que el sistema podría funcionar con efectividad, pues el UHI se mitiga con mayor rapidez cuando se conjugan estos dos factores con un elevado **SVF** (el **anexoA10** confirma que en el sector sí existe un gran **SVF**)^{143*}.

Según describen algunos autores, en las localidades de alta amplitud térmica se recomienda cerrar las ventanas durante el día para evitar el ingreso de aire caliente y abrirlas durante la noche para evacuar el calor transferido por la piel del edificio hacia el interior, incluso se plantea valerse del efecto chimenea para purgar el aire caliente por la cubierta del edificio; enfriar el edificio por la noche retarda el calentamiento del día siguiente. Pero con las condiciones climáticas de Guayaquil sería contraproducente mantener

¹⁴¹ http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2__Clima_Urbano/-_Efecto_isla_de_calor_3x6.html

¹⁴² <http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/fundamentals/night-purge-ventilation>

^{143*} El artículo "**Reducing urban heat island effects: A systematic review to achieve energy consumption balance**" afirma que UHI es originado por factores meteorológicos como cobertura de nubes, velocidad del viento y humedad;
<http://academicjournals.org/ijps/PDF/pdf2010/Jun/Shahmohamadi%20et%20al.pdf>



cerradas las ventanas por las implicaciones sanitarias del mal control de humedad, es mejor permitir la correcta ventilación diurna y nocturna e incorporar un atrio¹⁴⁴ en las villas de dos plantas para hacer común el escape del aire por efecto chimenea en ambos niveles (ver figura46).

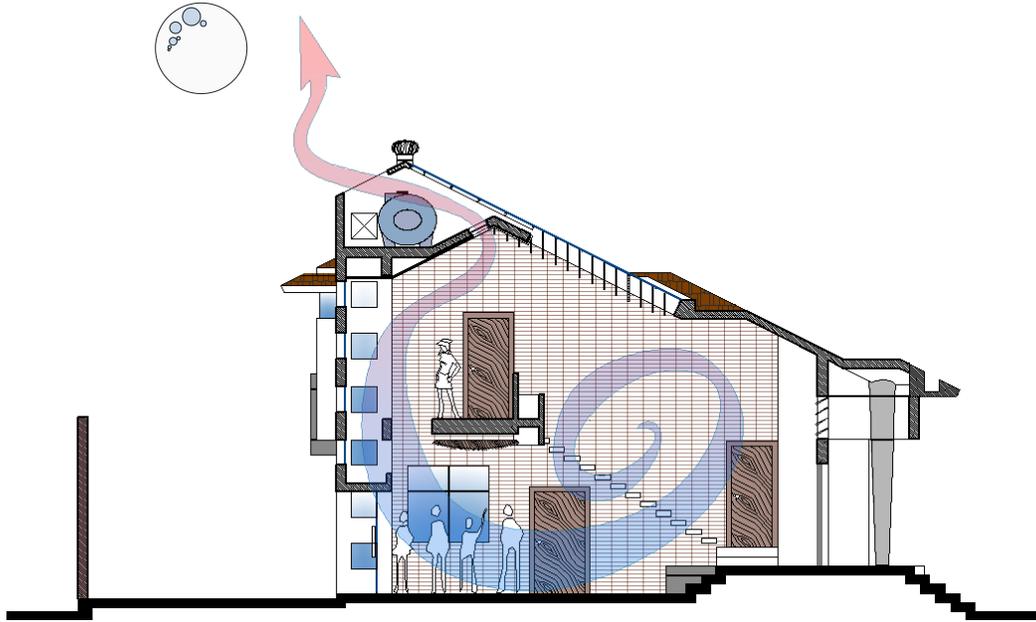


Figura46: Composición interior en atrio para escape de aire caliente por efecto chimenea.¹⁴⁵

¹⁴⁴ **Design guidance towards the optimal night purging of two-storey atrium buildings,**
<http://www.cibse.org/content/cibsesymposium2012/Paper033.pdf>

¹⁴⁵ **Carlos Palacios Portés, Arq.** Sección transversal sin escala del proyecto de residencia Astudillo, ciudad de Machala-Ecuador.



PATRÓN DE DISEÑO#8:

El sistema híbrido de climatización

contra la contaminación térmica.^{146*}



DEFINICIÓN:

Por excelencia el aire es el mayor sumidero de calor existente en el planeta y allí se descarga toda la energía térmica útil e inútil. La contaminación térmica es ocasionada por el hombre (calor antropogénico) y hace alusión a la energía térmica que no es requerida pero que igual se consume - a veces por costumbre, quizás por simple olvido de apagar un equipo eléctrico o porque no se está consciente de que se ha sobredimensionado las cargas térmicas de un estudio de climatización.

El enunciado del presente patrón tiene como paradigma al sistema híbrido de motores de un automóvil, en donde funciona preferencialmente un motor eléctrico autosustentable y, cada vez que las circunstancias lo demandan, entra a trabajar el mecanismo de combustión interna. Esto regula el consumo energético y previene la contaminación térmica.

CRITERIO:

SI en un espacio arquitectónico se presentan condiciones de poco confort higro-térmico,

ENTONCES se debe dar prioridad a la incorporación de sistemas pasivos de climatización que contribuyan a la mitigación del UHI para recurrir a los mecanismos de climatización activa exclusivamente como elementos de apoyo.

PROBLEMA:

Las políticas locales de ahorro energético están bien, es bueno establecer convenios en donde se brinden facilidades para reemplazar los electrodomésticos viejos o se canjeen lámparas ahorradoras por el pago puntual de la planilla de luz; pero el programa de concientización debe extenderse incluso a un nivel más operativo porque la situación de fondo descansa básicamente en la dependencia del hombre en los sistemas activos de climatización para mitigar rápidamente las temperaturas

^{146*} El ícono del hombre fuerte significa la actividad antropogénica.



acumuladas de los espacios interiores. Todo acondicionador de aire convencional, indistintamente de la naturaleza de la fuente energética que lo alimenta, sigue siendo un equipo de climatización activa y tiene que bombear el calor interior de un recinto hacia un sumidero mayor (el aire del exterior) que lo recibe como calor antropogénico^{147*}; no importa cómo, la cuestión es que debe enfriarse el espacio arquitectónico, y llega el momento en que bajó tanto la temperatura que los mismos ocupantes que antes estaban incómodos con el calor ahora lo están con el frío y deben usar chompa.

Para agravar lo anterior, los técnicos pueden valerse del diagrama de Givoni del **anexoB13c** para justificar que en todos los casos de actividad el rango de confort está fuera de la nube de datos meteorológicos, lo que quiere decir que se debe depender forzosamente de algún mecanismo de climatización natural (hasta donde la actividad realizada permita) o artificial.

MECÁNICA DEL CRITERIO:

Los patrones anteriores, todos ellos apuntaron tácitamente a la reducción de huella de carbono, así como al mejoramiento de la calidad del aire urbano; lo que resta es sugerir un cambio de hábitos de consumo eléctrico para evitar la producción de calor de desperdicio.

El **anexo13B** confirma que con actividades baja y sedentaria basta la ventilación natural (a las velocidades habituales de Guayaquil) para mantener el confort higro-térmico en una habitación; si se requiere mayor velocidad de aire siempre es más barato encender un ventilador en lugar de un acondicionador de aire pero, en lugar de colocarlo en a nivel de tumbado para provocar recirculación del aire interior, es mucho mejor adquirir uno de piso y hacerlo trabajar a manera de extractor para purgar el calor acumulado tan solo con dirigirlo hacia una ventana a sotavento (esto contribuye a reforzar el efecto de la ventilación cruzada si existe).

Para ejemplificar mejor el funcionamiento del sistema híbrido de climatización, se tiene el caso de una sala residencial en donde basta la brisa

^{147*} El artículo "**Reducing urban heat island effects: A systematic review to achieve energy consumption balance**" indica que hay factores propios de la ciudad que originan el UHI como el tamaño de su población, extensión territorial urbanizada, calor antropogénico y cañón urbano, lo cual impacta en la demanda de climatización en edificios y contribuye a la producción de smog y otras emisiones de NOx, SOx y material particulado;
<http://academicjournals.org/ijps/PDF/pdf2010/Jun/Shahmohamadi%20et%20al.pdf>



natural para refrescar a seis ocupantes hipotéticos pero, si se recibiera a diez invitados más, probablemente la brisa no abastezca debido a la carga térmica adicional; es allí cuando el sistema natural puede recibir el apoyo de uno mecánico. Entonces, de recurrirse al uso de acondicionadores de aire, debe recordarse que más fácil es enfriar el aire contenido en una habitación cuando están apagados todos los equipos y no hay ocupantes que con todos ellos en aporte simultáneo de cargas térmicas. Para corroborar lo anterior, se puede interpretar de la **fórmula6** que mientras más fresca se encuentre una habitación y menos masa exista, más fácil será bajar la temperatura, por eso es recomendable encender los equipos de climatización cierto tiempo antes de ocupar el espacio.



PROPUESTA DE NORMATIVA URBANA.

Sobre la reforma puntual a la ordenanza de edificaciones.

Con la provisión de los patrones de diseño se cumple el último objetivo específico de esta investigación, pero es momento de traducir todo el esfuerzo anterior a un lenguaje legal para promover su aplicabilidad bajo la figura de un anteproyecto de inclusión de consideraciones ambientales dentro del marco de la ordenanza de edificaciones vigente. Este planteamiento deriva de la creación de una nueva sub-zona residencial **ZR-6** que absorbe a todas las **ZR-2** del área de propuesta de esta investigación comprendida desde el km10 hasta el km26 de la autopista Guayaquil-Salinas; contiene la normativa a insertarse puntualmente en el capítulo II de la ordenanza sustitutiva de edificaciones y construcciones del cantón Guayaquil, así como su respectivo cuadro de intensidades de uso de suelo.

Como se podrá apreciar, el texto de normativa concuerda con los patrones de diseño elaborados en esta investigación y está basado en las políticas ambientales expresadas en el texto “Urban Heat Island Policies Measures: Examples” de David Hitchcock¹⁴⁵, del que se toman y endurecen algunos de los valores porcentuales indicados. Por su parte, el cuadro de indicadores propuesto de intensidad de uso de suelo se fundamenta en valores óptimos de retiros frontales obtenidos a partir de la revisión aritmética de la normativa para **ZR-2** (ver **anexoC3a** de esta investigación) en estricta observación de lo que permiten los artículos 10 y 14 de la ordenanza de edificaciones y los anexos 5a y 5b de la ordenanza del plan regulador, ambas vigentes.

La revisión aritmética sugerida fundamenta sus resultados en la geometría urbana dictada por el coeficiente **H/Wv**, en donde H es la altura máxima de edificación y Wv es el ancho virtual de vía; esta última variable consiste en la separación efectiva que queda entre las paredes más prominentes de las fachadas de los edificios enfrentados, para esto se estimó voladizos hipotéticos sobre los retiros según lo permitido por la norma vigente. El **anexoC3b** contiene toda la información que respalda los valores modificados de los retiros, cabe indicar que el tipo de vía empleado para las operaciones responde a vías locales V6 (secciones entre 12 y 17m) porque se estima que el desarrollo residencial tendrá lugar en urbanizaciones cerradas.

¹⁴⁵ <http://files.harc.edu/Projects/CoolHouston/Presentations/UrbanHeatIslandPoliciesExamples.pdf>



Isla de calor en expansión

Reforma a la ordenanza sustitutiva de edificaciones y construcciones del cantón Guayaquil.

Capítulo II: DE LAS NORMAS

Normas ambientales para predios edificables en ZR-6(A) y ZR-6(B).

Art.A1. Objeto.- El presente texto es un adjunto al capítulo II de la ordenanza sustitutiva de edificaciones y construcciones del cantón Guayaquil, comprende la incorporación de generalidades ambientales dentro de la gestión sustentable del territorio urbanizado como vía de combate contra el fenómeno climatológico conocido como el EFECTO DE ISLA URBANA DE CALOR, así como la creación de la nueva sub-zona residencial ZR-6.

Art.A2. Alcance de la reglamentación.- Son sujetos de aplicación de la presente norma todas las edificaciones que han de gozar de usos de suelo afines a los estipulados en los cuadros de compatibilidad de las actuales sub-zonas residenciales ZR-2(A) y ZR-2(B) que pertenecen a la zona de planificación urbanística "I", así estipulada en la ordenanza de ordenamiento territorial del cantón Guayaquil, estén o no sometidas a régimen de propiedad horizontal. La sub-zona del sector en mención se actualiza a ZR6, pero conserva sus compatibilidades A y B.

Art.A3. Difusión.- Debe asegurarse la difusión de la presente modificación a la ordenanza en las carreras afines al diseño arquitectónico y construcción civil de las diversas instituciones de educación superior.

Art.A4. Normas de diseño.- Los patrones de diseño arquitectónico-ambiental elaborados en esta investigación han sido promovidos al nivel de normas de diseño y se organizan como sigue:

Art.A4.1. De la reposición de las áreas naturales desplazadas por la ocupación del suelo.- A efectos de recuperar las coberturas verdes eliminadas al interior del perímetro de la línea de construcción, se establece que toda edificación debe al menos reproducir el valor aplicado del COS en cubiertas, pérgolas o fachadas. Los gastos de mantenimiento serán de exclusiva responsabilidad del propietario del inmueble.

Concordancia: Criterio#1 del patrón#2.



Isla de calor en expansión

Art.A4.2. De la permeabilidad de las coberturas horizontales.- Todas las áreas descubiertas en los retiros que sean de consistencia dura deben estar conformadas por materiales que permitan la percolación de las aguas de escorrentía superficial y de precipitación.

Concordancia: Criterio#1 del patrón#5.

Art.A4.3. De las coberturas superficiales de los retiros frontales.- Al menos el 50% del área correspondiente al retiro(s) frontal debe contar con cobertura vegetal de especies nativas; la superficie restante puede responder a superficies duras o suaves de colores claros.

Concordancia: Criterio#1 del patrón#2.

Art.A4.4. Del número de árboles a plantar por solar.- Con la finalidad de recuperar áreas sombreadas, todos los solares deben contar con árboles de mediana y gran altura en los retiros frontales según lo siguiente:

- a. Solares con frente de hasta 25m ubicados al pie de vías V4 o V5, un árbol.
- b. Solares con frentes mayores a 25m ubicados al pie de vías V4 o V5, la cantidad equivalente a un árbol por cada 25m lineales, procurando la distribución uniforme.
- c. Solares con frente a vías peatonales, sin árbol.
- d. Debe preverse la ubicación del árbol de tal manera que su copa, al cabo de quince años de haberse sembrado, cubra hasta 2m de calzada pasado el límite del bordillo de la acera.

Concordancia: Criterio#1 del patrón#1 y criterio#2 del patrón#4.

Art.A4.5. En los parterres se plantarán árboles con espaciamiento de 8m para garantizar el incremento de las áreas en sombra y eliminación del efecto de cañón urbano.

Concordancias: Criterio#1 del patrón#1.

Art.A4.6. De los límites físicos de los predios.- En urbanizaciones privadas no se ejecutarán obras civiles de cerramiento frontal, pudiendo delimitarse los predios exclusivamente por medio de bordillos, antepechos y cercas vivas con alturas máximas contadas a



Isla de calor en expansión

partir de la cota central del bordillo de acuerdo a lo indicado a continuación:

- a. En los predios con frente a vías locales V6, la altura máxima del límite físico frontal será equivalente al 30% del ancho de vereda.
- b. De proponerse el uso de cercas vivas, en los predios con frente a vías locales V6 la altura máxima del límite físico frontal será equivalente al 70% del ancho de vereda.
- c. En los predios con frente a calles peatonales V7, la altura máxima de este límite frontal será equivalente al 10% del ancho de vía.
- d. De plantearse el uso de cercas vivas, en los predios con frente a vías peatonales V7 la altura máxima de este límite frontal será equivalente al 20% del ancho de vía.

Concordancia: Criterio#1 del patrón#6.

Art.A5. De los incentivos.- La implementación de medidas de mitigación del efecto de la isla urbana de calor significa un aporte a la sustentabilidad del futuro del clima urbano, por lo que se establecerán los siguientes incentivos para los propietarios de bienes inmuebles que las pongan en práctica:

- a. Los edificios que dispongan de cobertura verde en al menos el 30% de su superficie de fachadas (jardín vertical) será exonerado hasta en el 20% en el valor correspondiente a pago de impuestos prediales.
- b. Los edificios que dispongan de cubiertas o terrazas ajardinadas en al menos el 60% de su superficie total será exonerado hasta en el 40% en el valor correspondiente a impuestos prediales.
- c. Los edificios que dispongan de sistemas híbridos de climatización serán exonerados hasta en el 50% del pago de obligaciones prediales.

Concordancia: Criterio#1 del patrón#8.



Modificación de la ordenanza de edificaciones para ZR-2 (en amarillo).

**ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTON GUAYAQUIL
NORMAS DE EDIFICACION**

ZONA RESIDENCIAL SEIS (ZR-6)

SUB ZONA	CONDICIONES DE ORDENAMIENTO				CONDICIONES DE EDIFICACION									
	CON RETIROS		OTROS		CARACTERISTICAS DEL LOTE	DENSIDAD NETA	INTENSIDAD DE LA EDIFICACION		ALTURA SEGUN FRENTE LOTE	RETIROS			ESTACIONAMIENTO # DE PLAZAS	
	Aislada	Adosada	Continua	Area			Frente	COS		CUS	Altura	Frontal		Lateral	Posterior
ZR-6	SI	---	---	---	351 -600 m2	10 - 15 ml.	260	0,65	1,40	0,75	3,35	1,20	0,15	1 por cada vivienda
	SI	---	---	---	801 -1000 m2	15 - 20 ml.	260	0,5	1,20	0,50	4,85	0,1	0,15	
	SI	---	---	Bloque	Min.1.000 m2	Min.30 ml.	360	0,4	1,40	0,50	4,85	0,35 de la altura	0,15	
	---	---	---	Torre 1/	Min.1.000 m2	Min.20 ml.	600	0,5	2,20	0,90	6,50	0,2 en la torre	0,15	
	---	---	---	CRC	Min.1.000 m2	---	600	0,6	1,80	Máx.3 pisos	3,00	---	---	
C/S	---	---	---	CRP	Min.1.000 m2	---	450	0,7	1,40	Máx.2 pisos	3,00	---	---	Para usos no residenciales ver las normas de estacionamiento Anexo No. 5.
	Ver Compatibilidad de Uso. Anexo No. 3				---	Min.25 ml.	---	0,5	1,00	0,5	3,65	0,15	0,2	
1/Torre: La base está constituido por planta baja y primer piso alto, la que se acerca hasta 1 m. de los linderos laterales y posteriores; incluye un volado frontal del 60% del retiro, frontalmente la torre vuela el 30% del retiro frontal (para excepción ver Art. 12.4).					RETIRO LATERAL: (Ver Art. 14.6, literal a) RETIRO POSTERIOR: (Ver Art. 14.6, literal b)									
OBSERVACIONES:														
EL PRESENTE CUADRO ESTÁ BASADO EN LOS INDICADORES PARA A LA ZONA RESIDENCIAL DOS (ZR2), LISTADOS EN EL ANEXO#4 DE LA ORDENANZA VIGENTE. SE DESCARTAN LAS CONSTRUCCIONES SOBRE LA LÍNEA DE LINDERO. RETIRO FRONTAL CALCULADO PARA VÍAS V6 entre 13 y 17m DE SECCIÓN.														

C = Comercio

S = Servicio

CRC = Conjunto Residencial Continuo

CRP = Conjunto Residencial con Pisos

Isla de calor en expansión



COMENTARIOS FINALES



RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Se cumplen todos los objetivos planificados en esta investigación.
2. La línea base determinó la identidad térmica de sesenta y ocho intersecciones viales en la ciudad de Guayaquil en función de variables **ΔT** , **SVF**, **BM**, **M**, **Cs**, **P** y **G** y su desarrollo espacial.
3. En el diagnóstico ambiental, el análisis estadístico de las variables reveló que el perfil térmico de cualquier punto urbano de la ciudad de Guayaquil registra una diferencia positiva de temperaturas con respecto a la estación meteorológica SEGU 842030(aeropuerto) siempre que lo caractericen valores bajos de **SVF** y **Cs** con gran **G**.
4. También en el diagnóstico ambiental se calculó los modelos numéricos térmicos que corresponden a los transectos estudiados.
5. En la caracterización de impactos ambientales se demostró que la hipótesis planteada en esta investigación es parcialmente correcta porque, aunque los indicadores de sus variables confirmaron que las altas temperaturas dependen del tipo de cobertura y de la geometría urbana, tienen menos influencia que los flujos antropogénicos derivados del uso del suelo de cada sector.
6. Se desarrollaron los primeros diagramas psicrométricos de Guayaquil con la asistencia del programa Autodesk Ecotect Analysis.
7. Se determinó que el **UHI** de Guayaquil es de 5.3°C, catalogado como “fuerte” en comparación a ciudades similares.
8. Se construyó un diagrama de isotermas para identificar la transición térmica entre transectos.



Isla de calor en expansión

9. Esta investigación cuenta con un plan de manejo ambiental para el sector residencial de la autopista Guayaquil-Salinas (km10 – km26) desarrollado bajo la modalidad de criterios de diseño con enfoque arquitectónico a partir de ocho componentes de los ecosistemas urbanos que, por su carácter general, pueden ser aplicados en futuras zonas de expansión urbana planificada de esta ciudad mientras son difundidos entre instituciones afines al clima urbano.

10. Se plantea la creación de la nueva zona residencial **ZR-6** exclusiva para los alrededores del transecto T:48-63, que consiste en una reforma con fundamento ambiental para la ordenanza de edificaciones de las actuales ZR2 (A) y (B) de la autopista Guayaquil-Salinas, en concordancia con los patrones de diseño creados en esta investigación.



CONCLUSIONES

Todos los componentes de un ecosistema urbano ganan energía térmica e incrementan su temperatura, uno más que otros, pero siempre a partir de tres fuentes radiantes: incidencia solar directa, radiación reflejada por las coberturas y calor ocasionado por el animal humano; pero en ausencia de tales fuentes la energía almacenada debe liberarse. Se define como islas urbanas de calor a los lugares de la ciudad que tardan más en enfriarse durante las horas de liberación de la energía, la magnitud de este fenómeno está determinada por el perfil térmico del lugar más caluroso de todos.

Para estudiar **UHI** en esta investigación se hizo un levantamiento de los perfiles térmicos a lo largo de los transectos delineados en la **figura5** que representan a los sectores discernidos en el **cuadro1**, después se efectuó el análisis múltiple de variables térmicas para obtener los modelos numéricos más ajustados a cada realidad. Por la gran similitud encontrada en cuestiones de materiales de cobertura y geometría urbana se eligió al modelo $\Delta T = -37,8028 - 4,553SVF - 1,2555Cs + 2,69E-06G + 1.97E+06Qa$ (**fórmula11**), que justamente fue el que respondió con mayor estabilidad a la inducción de escenarios hipotéticos para una urbanización tomada como base (Puerto Azul) del área de propuesta de manejo ambiental de esta investigación (autopista Guayaquil-Salinas); esto determinó que sea promovido como representante predictivo de los perfiles y gradientes térmicos de las urbanizaciones emplazadas en este sector. El modelo arrojó datos bastante coherentes, pues reprodujo perfiles térmicos de menor intensidad para el interior de las urbanizaciones que los que fueron físicamente medidos al pie de la autopista, lo que sugiere que definitivamente la tierra descubierta por desbroce de la zona de afectación por derecho de vía libera de inmediato y a gran temperatura la energía que su capacidad calorífica se encargó de almacenar.

El impacto térmico pronosticado para el escenario más probable en el área de propuesta fue catalogado como negativamente mediano ante un **UHI** de intensidad moderada que se expande, es por esto que el plan de manejo ambiental presentado apunta a un futuro térmico sustentable con un impacto no exterminado, pero al menos de menor intensidad que lo que anuncia el modelo predictivo; debe decirse que las medidas planteadas serán alcanzables mientras se difundan porque deben contemplarse desde la etapa de anteproyecto y pueden ser implementadas en cualquier momento de la etapa de operación siempre que existan las previsiones respectivas.



RECOMENDACIONES

1. Los patrones de diseño presentados en la propuesta de plan de manejo son circunstanciales y completamente flexibles, pueden ser aplicados de manera individual según los requerimientos de cada caso, aunque están previstos para que funcionen preferentemente de manera complementaria; a diferencia de la propuesta de ordenanza, no son de carácter mandatorio porque, como generalidades, plantean la posibilidad establecer variantes siempre que no nieguen los fundamentos físicos descritos (mecánica de criterios). El autor de esta investigación anima al lector a que aplique en sus proyectos los patrones provistos con un toque personal.
2. Los patrones presentados son perfectibles y dejan abierto más de un camino por donde futuras investigaciones puedan encaminarse, por tanto, la Universidad de Guayaquil debe preocuparse por socializar ésta y otras investigaciones similares o derivadas entre profesionales e instituciones para buscar una verdad más precisa acerca de los resultados hasta aquí obtenidos.
3. En adelante, los aspirantes a profesionales en diseño arquitectónico, diseño paisajístico, planificación urbana, construcción civil, ingeniería mecánica y climatología urbana deben recibir formación en temas de física del calor en relación a la respuesta térmica y adaptación sustentable de las ciudades a las condiciones meteorológicas existentes y posible cambio climático.
4. En proyectos bioclimáticos y sustentables es necesario conocer el comportamiento térmico del conjunto, pero fundamentalmente lo que dicta buena parte de su respuesta térmica son las propiedades calóricas exactas de los materiales de construcción empleados que estén disponibles en el mercado nacional al estar sometidos a las condiciones meteorológicas y cargas térmicas locales; esto demanda la elaboración de una base de datos referida a ensayos serios de laboratorio. La institución debe gestionar capacitación en el manejo de los equipos y software adecuados para eventualmente extender sus servicios de vinculación técnica con la comunidad más allá de ensayos mecánicos.



5. La información termo-gráfica de la ciudad debe ser levantada periódicamente para determinar en tiempo cuasi real la evolución del **UHI** en los sectores en proceso de consolidación urbana, esto no quiere decir que la medición deba limitarse al método de transectos, más bien debe aspirarse a la comprobación simultánea por vía remota. Hay que iniciar de inmediato el registro histórico de las temperaturas en distintos puntos de la ciudad para verificar los **diagramas 26, 27 y 28** aquí elaborados.
6. Con el tiempo debe establecerse la masa térmica de otros sitios de relevancia proclives a permitir la formación o fortalecimiento del **UHI**, para tal acción puede solicitarse a nivel institucional los datos actualizados del catastro municipal, incluso los informes económicos detallados y planos AS-BUILT de obras públicas permitirían obtener datos verídicos de las cantidades y tipos de material empleados.
7. Es imperioso precisar mediciones de flujos de calor radiante y antropogénico para someter a revisión y corrección los modelos numéricos de regresión determinados en el diagnóstico ambiental de esta investigación. Una vez establecidas las tendencias térmicas típicas en múltiples puntos de la ciudad se podrá proyectar nuevos modelos predictivos para los sectores de expansión urbana planificada aún no poblados.

RECONOCIMIENTOS

El presente trabajo fue encaminado correctamente gracias a la experiencia, constantes críticas constructivas y predisposición de los señores **Vicente González B.**, Arq. MAE y **Felipe Espinoza O.**, Arq. MSc; el autor de esta investigación destaca su profunda gratitud hacia la colaboración incondicional que prestaron en calidad de tutores y amigos.

Los resultados aportados por este trabajo son fidedignos y se aproximan mucho a la realidad del tiempo meteorológico local por la elaboración de cartas bioclimáticas para Guayaquil en base a la valiosa información provista por el **Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología**.

Finalmente, los datos cartográficos y proyectuales compartidos por la **Dirección de Ordenamiento e Infraestructura Territorial** y la **Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registro** de la **Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil** fueron elementos determinantes y de vital importancia para el cálculo y posicionamiento espacial de las identidades térmicas de las muestras tomadas, por ellos esta investigación adquirió utilidad institucional y local.



CONCLUSIÓN GENERAL:

Si el animal humano ha de modificar a su medida los patrones de intercambio energético existentes en el lugar donde prevé extender su ecosistema urbano, debe hacerlo en contemplación de un futuro térmico sustentable para atenuar el impacto ambiental de la inevitable isla de calor que tiene que aceptar y vivir.

CARLOS PALACIOS PORTÉS, ARQ.

FASE IV: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	148
Consideraciones previas sobre los flujos energéticos.	148
LOS PATRONES DE DISEÑO AMBIENTAL	149
PATRÓN DE DISEÑO#1:	151
PATRÓN DE DISEÑO#2:	157
PATRÓN DE DISEÑO#3:	162
PATRÓN DE DISEÑO#4:	165
PATRÓN DE DISEÑO#5:	172
PATRÓN DE DISEÑO#6:	176
PATRÓN DE DISEÑO#7:	183
PATRÓN DE DISEÑO#8:	186
PROPUESTA DE NORMATIVA URBANA	189
Sobre la reforma puntual a la ordenanza de edificaciones.	189
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	195
CONCLUSIONES	197
RECOMENDACIONES	198
RECONOCIMIENTOS	200
CONCLUSIÓN GENERAL	201



ANEXOS A



ANEXO A1a: Simbología general.

CUADRO A1a-01.- Simbología empleada en la investigación.

Simbología	Descripción
T_{i-n}	Transecto que comprende desde el punto "i" hasta el punto "n".

C_{mat}	Capacidad calorífica según el tipo de cobertura presente en un punto.	capacidad calorífica
ΣC_{mat}	Suma total de capacidades caloríficas con el mismo tipo de cobertura en el transecto.	
C_M	Capacidad calorífica total de masa térmica por punto.	
ΣC_M	Capacidad calorífica total de la masa térmica muestreada en el transecto.	
$\hat{C}_{S:T:i-n}$	Capacidad calorífica promedio del transecto.	
C_s	Capacidad calorífica por unidad de superficie según el tipo de cobertura presente en un punto.	

A_{mat}	Superficie según el tipo de cobertura presente en un punto.	superficie
ΣA_{mat}	Sumatoria de superficies con el mismo tipo de cobertura en el transecto.	
A_H	Superficie total horizontal por punto (suma de todas las casillas en gris).	
ΣA_H	Superficie total horizontal muestreada en el transecto.	
A_M	Superficie total de masa térmica por punto (todas las casillas rayadas).	
ΣA_M	Superficie total de la masa térmica muestreada en el transecto.	

ϵ_{mat}	Emisividad según el tipo de cobertura presente en un punto.	poder radiativo
G_{mat}	Poder emisivo según el tipo de cobertura presente en un punto.	
ΣG_{mat}	Poder emisivo de superficies con el mismo tipo de cobertura en el transecto.	
ΣG	Poder emisivo total por punto.	
P	Energía irradiada total por punto.	
ΣP	Energía irradiada total del transecto.	
$\bar{P}_{T:i-n}$	Energía irradiada promedio del transecto.	



ANEXO A1a: Simbología general.

CUADRO A1a-02.- Simbología empleada en la investigación.

Simbología	Descripción	
M_{mat}	Masa según el tipo de cobertura presente en un punto.	masa térmica
ΣM_{mat}	Suma de masas térmicas con el mismo tipo de cobertura en todo el transecto.	
M_M	Masa térmica total por punto.	
ΣM_M	Masa térmica total del transecto.	
\overline{MT}_{i-n}	Masa térmica promedio del transecto.	
BM	Masa térmica de edificios por unidad de área.	
Q_a	Flujo de calor antropogénico por unidad de área.	calor antropogénico
$\overline{Q_a}_{T:i-n}$	Promedio del flujo de calor antropogénico por unidad de área para un transecto.	
ΔT	Perfil térmico actual de un punto.	temperatura
$\Delta T_{T:i-n}$	Perfil térmico promedio del transecto.	
SVF	Factor de cielo visible.	cielo visible
$\overline{SVF}_{T:i-n}$	Factor de cielo visible promedio del transecto.	



ANEXO A1a: Simbología general.

CUADRO A1a-03.- Codificación y subíndices empleados para definir a los materiales que se encuentren presentes en las muestras.

Material

Código	Descripción
j	porcelanato rojo
j+1	hormigón simple
j+2	hormigón armado
j+3	hormigón asfáltico
j+4	adoquín vehicular de hormigón
j+5	césped
j+6	agua
j+7	terreno natural
j+8	adoquín peatonal de arcilla
k-1	adoquín vehicular de arcilla
k	masa térmica de edificios
OS	ocupación del suelo
k+1	calle regenerada de hormigón
k+2	calle regenerada de asfalto
k+3	árboles



ANEXO A1a: Simbología general.

CUADRO A1a-04.- Simbología empleada en los indicadores principales e indicadores auxiliares.

Simbología	Descripción
δT fecha	Perfil térmico instantáneo (Diferencia fechada de temperaturas entre datos de campo y datos del tiempo meteorológico registrados en una estación fija).
ΔT	Perfil térmico actual de un punto (media aritmética de los perfiles térmicos instantáneos).
$\Delta T'$	Perfil térmico previsto en condiciones actuales (según modelo numérico desarrollado para el perfil térmico actual).
$\Delta T''$ y $\Delta T'''$	Perfil térmico previsto según condiciones inducidas (según segundo y tercer modelo numérico).
STDEV	Desviación estándar de los perfiles térmicos de un transecto.
Cv	Coeficiente de variación (cociente entre σ y prom).
prom'	Promedio de los perfiles térmicos de un transecto previstos en condiciones actuales (según primer modelo numérico).
prom'' y prom'''	Promedio de los perfiles térmicos de un transecto previstos en condiciones inducidas (según segundo y tercer modelo numérico).
I = $\Delta T'' - \Delta T'$	Incremento de temperaturas del perfil térmico (Diferencia entre perfiles previstos según condiciones inducidas y actuales).
\bar{I}	Incremento de la temperatura media de un transecto (Diferencia entre prom'' y prom').
UHI	Intensidad del UHI en un transecto (Perfil térmico máximo).
$\Delta T'_{\max} - \Delta T'_{\min}$	Diferencia entre perfiles máximos y mínimos por transecto.
PE	Potencial de expansión espacial del UHI (relación entre UHI y longitud del transecto respectivo).
$B_{T:i-n}$	Relación del área de cobertura vs. el área total muestreada en el transecto.
$G_{T:i-n}$	Poder emisivo según superficie y material de cobertura.
$\bar{G}_{T:i-n}$	Poder emisivo ponderado del transecto.
$\bar{G}_{T:ref}$	Poder emisivo del transecto de referencia (promedio ponderado).
S	Grado de similitud en coberturas urbanas (en relación a T:01-23).



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-01.- Indicador “Z₁” para incremento de temperatura media del transecto.

Indicador Z ₁ :								
Incremento de temperatura media del transecto - \bar{I} [K]								
Transecto	$\Delta T'$			$\Delta T''$			\bar{I} [K] prom'' - prom'	Referencia ordinal
	prom' [K]	STDEV'	Cv' [%]	prom'' [K]	STDEV''	Cv'' [%]		
T _{:01 - 23}								
T _{:24 - 29}								
T _{:30 - 41}								
T _{:30 - 35}								
T _{:36 - 41}								
T _{:42 - 47}								
T _{:48 - 63}								

Rango " \bar{I} "	Escala ordinal
$\bar{I} \leq 0,00$	incremento nulo
$\bar{I} \leq 0,10$	incremento despreciable
$0,10 < \bar{I} \leq 0,25$	incremento bajo
$0,25 < \bar{I} \leq 0,50$	incremento mediano
$0,50 < \bar{I} \leq 1,00$	incremento alto
$1,00 < \bar{I} \leq 10,00$	incremento muy alto
$\bar{I} > 10,00$	resultado inconsistente



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-02.- Indicador auxiliar de “Z₁” para incremento de temperaturas por punto.

Transecto: T _{i-n}		Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]		
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
i				
i+1				
i+2				
...				
n-1				
n				

Rango "I"	Escala ordinal
$I < -2,00$	disminución fuerte
$-2,00 \leq I < -1,00$	disminución alta
$-1,00 \leq I < 0,50$	disminución moderada
$-0,50 \leq I < 0,10$	baja disminución
$-0,10 \leq I < 0,00$	disminución despreciable
$I = 0,00$	No hay variación.
$0,00 < I \leq 0,10$	incremento despreciable
$0,10 < I \leq 0,50$	incremento bajo
$0,50 < I \leq 1,00$	incremento moderado
$1,00 < I \leq 2,00$	incremento alto
$I > 2,00$	incremento fuerte



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-03.- Indicador “Z₂” para encontrar el potencial de expansión espacial del UHI.

Indicador Z ₂ : Potencial de expansión espacial "PĒ" - [K/km]					
Transecto	LT _{:i-n} [km]	PE'	PE''	PE'''	PĒ
T _{:01 - 23}					
T _{:24 - 29}					
T _{:30 - 41}					
T _{:30 - 35}					
T _{:36 - 41}					
T _{:42 - 47}					
T _{:48 - 63}					

Rango "PĒ"	Escala ordinal
$PĒ \leq 0,10$	potencial despreciable
$0,10 < PĒ \leq 0,25$	potencial bajo
$0,25 < PĒ \leq 0,75$	potencial mediano
$0,75 < PĒ \leq 1,00$	potencial fuerte
$PĒ > 1,00$	potencial muy fuerte



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-04.- Indicador auxiliar de “Z₂” para encontrar la diferencia de perfiles térmicos máximos y mínimos de cada transecto.

Auxiliar de Z ₂ :			
Diferencia entre perfiles máximos y mínimos por transecto [K]			
Transecto	$\Delta T'_{\max} - \Delta T'_{\min}$ [K]	$\Delta T''_{\max} - \Delta T''_{\min}$ [K]	$\Delta T'''_{\max} - \Delta T'''_{\min}$ [K]
T:01 - 23			
T:24 - 29			
T:30 - 41			
T:30 - 35			
T:36 - 41			
T:42 - 47			
T:48 - 63			

Rango $\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min}$	Escala ordinal
$\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} = 0,00$	sin diferencia
$0,00 < \Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} \leq 0,50$	diferencia despreciable
$0,50 < \Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} \leq 1,00$	diferencia leve
$1,00 < \Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} \leq 2,00$	diferencia moderada
$\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} > 2,00$	diferencia fuerte



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-05.- Indicador auxiliar de “ Y_1 ” para representar el porcentaje de cielo visible en cada punto muestreado de un transecto.

Indicador Y_1 FACTOR DE CIELO VISIBLE		Transecto: T_{i-n}		
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
	i			
	i+1			
	...			
	n-1			
	n			

$\overline{SVF}_{T:i-n}$	
--------------------------	--

Rango S	Escala ordinal
$0,90 \leq \mathbf{SVF} \leq 1,00$	Máxima visibilidad / Renovación de aire por convección excelente.
$0,80 < \mathbf{SVF} \leq 0,90$	Visibilidad elevada / Renovación de aire por convección buena.
$0,60 < \mathbf{SVF} \leq 0,85$	Visibilidad media / Renovación de aire por convección regular.
$\mathbf{SVF} < 0,60$	Visibilidad reducida / Renovación de aire problemática.

CUADRO A1b-06.- Indicador “ X_1 ” para la capacidad térmica promedio por unidad de superficie de un transecto.

Indicador X_1 : Capacidad calorífica promedio por unidad de superficie de un transecto - [MJ/(K.m ²)]		
Transecto	\hat{C}_s [MJ/(K.m ²)]	Referencia ordinal
$T_{:01 - 23}$		
$T_{:24 - 29}$		
$T_{:30 - 41}$		
$T_{:30 - 35}$		
$T_{:36 - 41}$		
$T_{:42 - 47}$		
$T_{:48 - 63}$		

Rango "Cs"	Escala ordinal
$1,00 < \hat{C}_s \leq 1,35$	Cs promedio de valor medio.
$1,35 < \hat{C}_s \leq 1,55$	Cs promedio de valor elevado.
$\hat{C}_s > 1,55$	Cs promedio de valor muy elevado.



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-07.- Primer indicador auxiliar de “X₁” para determinar la superficie según el material de cobertura por cada punto de muestra de un transecto.

T _{i:n}	A _{mat} [m ²] - Superficie según material de cobertura												A _M [m ²]	A _H [m ²]
#	A _j	A _{j+1}	A _{j+2}	A _{j+3}	A _{j+4}	A _{j+5}	A _{j+6}	A _{j+7}	A _{j+8}	A _{k-1}	A _k	A _{os}		
i														
i+1														
i+2														
...														
n-1														
n														

ΣA _j	ΣA _{j+1}	ΣA _{j+2}	ΣA _{j+3}	ΣA _{j+4}	ΣA _{j+5}	ΣA _{j+6}	ΣA _{j+7}	ΣA _{j+8}	ΣA _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{os}	ΣA _M	ΣA _H
												%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100	
												%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100	

CUADRO A1b-08.- Segundo indicador auxiliar de “X₁” para determinar la capacidad térmica según el material de cobertura por cada punto de muestra de un transecto.

T _{i:n}	C _{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica según material de cobertura												C _M [MJ/K]
Punto	C _j	C _{j+1}	C _{j+2}	C _{j+3}	C _{j+4}	C _{j+5}	C _{j+6}	C _{j+7}	C _{j+8}	C _{k-1}	C _k		
i													
i+1													
i+2													
...													
n-1													
n													

ΣC _j	ΣC _{j+1}	ΣC _{j+2}	ΣC _{j+3}	ΣC _{j+4}	ΣC _{j+5}	ΣC _{j+6}	ΣC _{j+7}	ΣC _{j+8}	ΣC _{k-1}	ΣC _k	ΣC _M

CT _{i:n}



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-09.- Tercer indicador auxiliar de “ X_1 ” para determinar la capacidad térmica según el material de cobertura por cada punto de muestra de un transecto según su superficie.

Capacidad térmica por unidad de superficie [MJ/(K.m ²)]			
#	C_{mat}	A_H	C_s [MJ/(K.m ²)]
$T_{:i:n}$	i		
	i+1		
	i+2		
	...		
	n-1		
	n		

Rango " $\overline{C_s}$ "	Escala ordinal
$1,00 < \overline{C_s} \leq 1,35$	Cs promedio de valor medio.
$1,35 < \overline{C_s} \leq 1,55$	Cs promedio de valor elevado.
$\overline{C_s} > 1,55$	Cs promedio de valor muy elevado.

CUADRO A1b-10.- Indicador “ X_2 ” para determinar el grado de similitud en la expresión urbana entre transectos.

Indicador X_2 S [-] - Grado de similitud de coberturas urbanas entre transectos			
Transecto	$\bar{G}_{T:i-n}$ [-]	$S=(\bar{G}_{T:i-n})/(\bar{G}_{T:ref})$ [-]	Referencia ordinal
$T_{:01 - 23}$ - REFERENCIA -			
$T_{:24 - 29}$			
$T_{:30 - 41}$			
$T_{:30 - 35}$			
$T_{:36 - 41}$			
$T_{:42 - 47}$			
$T_{:48 - 63}$			

Rango " S "	Escala ordinal
$0,80 \leq S \leq 1,20$	fuerte similitud
$0,30 \leq S < 0,80$	poca similitud
$1,20 < S \leq 1,90$	
$S < 0,30$	sin similitud
$S > 1,90$	



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-11.- Indicador auxiliar de “X₂” para determinar el poder emisor ponderado para cada transecto.

Transecto: T _{i:n}	Auxiliar de X ₂ : Ĝ [-] - Poder emisor ponderado por transecto			
Material de cobertura	ε [-]	ΣA _{mat} [m2]	B = ΣA _{mat} /ΣA _M [-]	G = B * (ε) [-]
j				
j+1				
j+2				
j+3				
j+4				
j+5				
j+6				
j+7				
j+8				
k-1				
k				

ΣA _M = Σ(ΣA _{mat}) [m2]	
ΣG [-]	
Σε↔(G < >0) [-]	
Ĝ = (ΣG/Σε) [-]	



ANEXO A1b: Formatos empleados.

CUADRO A1b-12.- Intensidad del efecto UHI para cada transecto según los escenarios inducidos.

Intensidad del UHI por transecto "UHI" [K]				
Transecto	UHI [K]	UHI' [K]	UHI'' [K]	UHI''' [K]
T:01 - 23				
T:24 - 29				
T:30 - 41				
T:30 - 35				
T:36 - 41				
T:42 - 47				
T:48 - 63				
T:64 - 68				

Rango "UHI"	Escala ordinal
$UHI \leq 0,50$	intensidad despreciable
$0,50 < UHI \leq 1,00$	intensidad leve
$1,00 < UHI \leq 2,50$	intensidad perceptible
$2,50 < UHI \leq 5,00$	intensidad moderada
$5,00 < UHI \leq 7,00$	intensidad fuerte
$UHI > 7,00$	intensidad severa



ANEXO A2: Coordenadas de los transectos.

Punto	Vía	Nomenclatura alfa-numérica (según red vial fundamental)	Coordenadas		Distancia entre puntos	trayectoria poligonal [m]	Desplazamiento [m]
			X [m]	Y [m]			
01	Malecón Simón Bolívar	Av. 12 SE	5,29	-9,03	0,00	0,00	10,47
02	Pichincha/Panamá	Av. 11 SE	-72,71	15,99	81,91	81,91	74,45
03	Pedro Carbo	Av. 10 SE	-164,90	45,81	96,90	178,81	171,15
04	Córdova	Av. 9 SE	-216,18	63,15	54,14	232,95	225,22
05	Chile	Av. 9 SE	-264,37	78,93	50,71	283,66	275,91
06	Chimborazo/Baquerizo Moreno	Av. 8 SE	-349,33	107,01	89,49	373,15	365,36
07	Escobedo	Av. 7 SE	-405,34	124,04	58,54	431,69	423,90
08	Boyacá	Av. 6 SE	-481,54	149,69	80,41	512,10	504,27
09	García avilés	Av. 5 SE	-608,61	190,32	133,41	645,51	637,68
10	Rumichaca	Av. 4 SE	-707,58	223,15	104,28	749,79	741,94
11	Lorenzo de Garaycoa	Av. 3 SE	-797,57	250,38	94,02	843,81	835,95
12	Pedro moncayo	Av. 1 SE	-956,70	303,52	167,77	1011,58	1003,70
13	Quito	Eje N-S	-1045,08	332,03	92,87	1104,45	1096,56
14	Machala	Av. 1 SO	-1129,67	360,12	89,14	1193,59	1185,68
15	Anterpara	Av. 2 SO	-1209,80	386,11	84,25	1277,84	1269,92
16	García Moreno	Av. 3 SO	-1284,16	409,93	78,09	1355,93	1348,01
17	Del ejército	Av. 4 SO	-1358,86	434,72	78,71	1434,64	1426,71
18	José Mascote	Av. 5 SO	-1433,38	459,00	78,38	1513,02	1505,08
19	Esmeraldas	Av. 6 SO	-1508,16	484,26	78,94	1591,96	1584,00
20	Los Ríos	Av. 7 SO	-1583,71	508,67	79,40	1671,36	1663,40
21	Tulcán	Av. 8 SO	-1657,32	532,50	77,38	1748,74	1740,77
22	Carchi	Av. 9 SO	-1749,52	562,10	96,84	1845,58	1837,61
23	Tungurahua	Av. 10 SO	-1823,13	586,46	77,54	1923,12	1915,14
24	Gral. José Antonio Paez	1er CJ 8 NO	-1735,52	939,01	363,28	2286,40	1973,26
25	Carabobo	2do CJ 8 NO	-1756,72	988,99	54,30	2340,70	2015,98
26	Gral. Daniel Florencio O'Leary	3er CJ 8 NO	-1777,09	1036,83	52,00	2392,70	2057,45
27	Atanasio Girardot	4to CJ 8 NO	-1797,45	1084,57	51,90	2444,60	2099,32
28	Antonio Ricaurte	5to CJ 8 NO	-1817,88	1132,37	51,99	2496,59	2141,72
29	Del Libertador	Calle 8A NO	-1867,01	1246,66	124,41	2621,00	2244,98
30	Dr. Fortunato Safadi Emén	-----	-2614,67	1661,83	855,20	3476,20	3098,10
31	Laboratorio Arnaldo Ruffilli	-----	-2329,89	1534,98	311,76	3787,96	2790,09
32	Puente de urdesa	-----	-1892,57	1350,05	474,82	4262,78	2324,75
33	Dr. Otto Arosemena Gómez	Av. 23 NO	-2791,23	1831,27	1019,40	5282,18	3338,34
34	Del Rotarismo	Av. 26 NO	-2976,69	2055,98	291,36	5573,54	3617,70
35	Las monjas	Av. 28 NO	-3342,53	2495,21	571,64	6145,18	4171,16
36	Ficus	Av. 29 NO	-3450,59	2709,89	240,35	6385,53	4387,50
37	Guayacanes	Av. 30 NO	-3532,05	2935,69	240,04	6625,57	4592,78
38	Higueras	Av. 31 NO	-3630,11	3084,74	178,42	6803,99	4763,75
39	Ilanes	Av. 32 NO	-3745,42	3214,30	173,45	6977,44	4935,58
40	Jiguas	Av. 34 NO	-3863,64	3313,50	154,33	7131,77	5089,89
41	Laureles	Av. 36 NO	-3994,38	3396,84	155,05	7286,82	5243,44
42	Av. 25 de Julio	Eje N-S	-1683,13	-1694,20	0,00	0,00	2388,15
43	Lizardo García Sorroza	Av. 11 SO	-2550,59	-1447,84	901,78	901,78	2932,88
44	Federico Goding	Av. 20 SO	-3471,61	-1183,56	958,19	1859,97	3667,83
45	Roberto Levi Hoffman	Av. 30 SO	-4426,22	-939,42	985,34	2845,31	4524,82
46	Assad Bucaram Elmalín	Av. 38 SO	-5113,77	-764,11	709,55	3554,86	5170,55
47	Vicente Ramón Roca	Av. 49 SO	-6098,23	-515,11	1015,47	4570,33	6119,95
48	km10	Puerto Azul	-9545,18	684,44	3649,71	8220,04	9569,69
49	km11	Belo Horizonte	-10533,61	836,09	1000,00	9220,04	10566,75
50	km12	Porto Fino	-11523,51	978,39	1000,08	10220,12	11564,97
51	km13	Laguna Club	-12513,26	1120,70	999,93	11220,05	12563,35
52	km14	Terranostra	-13503,17	979,03	1000,00	12220,05	13538,62
53	km15	Vía al Sol	-14481,11	770,15	1000,00	13220,05	14501,58
54	km16	Bagette	-15463,61	583,86	1000,01	14220,06	15474,63
55	km17	Puerto Hondo	-16455,54	457,13	1000,01	15220,07	16461,90
56	km18	G.I.R.	-17434,24	251,80	1000,01	16220,08	17436,06
57	km19	Ditelme (Precreto)	-18419,15	78,76	1000,00	17220,08	18419,33
58	km20	Ecuamármol	-19385,04	-180,20	1000,01	18220,09	19385,88
59	km21	Colegio internacional SEK	-20162,53	-809,09	1000,00	19220,09	20178,77
60	km22	Valle Alto	-20940,22	-1437,74	1000,01	20220,10	20989,53
61	km23	Testigos de Jehová	-21665,64	-2126,05	1000,01	21220,11	21769,71
62	km24	Estación de Peaje Chongón	-22481,88	-2703,77	1000,01	22220,12	22643,88
63	km26		-24097,75	-3881,12	1999,31	24219,43	24408,29

9 de octubre

Av. Delta

Víctor emilio estrada

Portete de T.

autopista Guayaquil-Salinas



ANEXO A3: Propiedades físicas de los materiales.

CUADRO A3-01

	material	emisividad	conductividad térmica	calor específico	densidad	espesor	Referencia
		ϵ [-]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]	e [m]	
acera	porcelanato rojo	0,92	0,81	921,00	2350,00	0,01	porcelanato rojo
	mortero de cemento	0,87	1,40	1050,00	2000,00	0,00	
	hormigón simple (hormigón en masa vibrado)	0,85	1,63	805,00	2400,00	0,08	
	relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,52	
	hormigón simple (hormigón en masa vibrado)	0,85	1,63	805,00	2400,00	0,08	hormigón simple
relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,53		
calzada	hormigón armado	0,92	1,63	1050,00	2400,00	0,30	hormigón armado
	relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,31	
	hormigón asfáltico (asfalto puro)	0,93	0,70	920,00	2100,00	0,08	hormigón asfáltico
	hormigón armado	0,92	1,63	1050,00	2400,00	0,30	
	relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,23	
	adoquín vehicular de cemento rojo y negro	0,81	1,18	1000,00	1230,00	0,08	adoquín vehicular de hormigón
	cama de arena	0,76	1,28	920,00	1500,00	0,04	
	hormigón asfáltico (asfalto puro)	0,93	0,70	920,00	2100,00	0,08	
	hormigón armado	0,92	1,63	1050,00	2400,00	0,30	
	relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,11	
áreas verdes	césped (green grass)	0,98	0,30	1000,00	1000,00	0,10	césped
	tierra vegetal	0,95	0,52	920,00	1800,00	0,50	
	tierra natural (terreno coherente humedad natural)	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,01	
	tierra seca	0,95	0,52	1841,84	1500,00	0,61	natural
	agua	0,95	0,60	4184,00	1000,00	0,61	agua
pisos	adoquín de arcilla peatonal rojo (ladrillo macizo)	0,93	0,87	1330,00	1800,00	0,04	adoquín peatonal de arcilla
	cama de arena	0,76	1,28	920,00	1500,00	0,04	
	relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,53	
	adoquín de arcilla vehicular rojo (ladrillo macizo)	0,93	0,87	1330,00	1800,00	0,06	adoquín vehicular de arcilla
	cama de arena	0,76	1,28	920,00	1500,00	0,04	
	hormigón simple (hormigón en masa vibrado)	0,85	1,63	805,00	2400,00	0,08	
relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,43		
edif.	materiales de construcción en general	0,92	1,63	1050,00	2400,00	0,13	edificación
nueva calzada	adoquín vehicular de cemento rojo y negro	0,81	1,18	1000,00	1230,00	0,08	calle regenerada de hormigón
	cama de arena	0,76	1,28	920,00	1500,00	0,04	
	hormigón armado	0,85	1,63	1050,00	2400,00	0,30	
	relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,19	
	adoquín vehicular de cemento rojo y negro	0,81	1,18	1000,00	1230,00	0,08	calle regenerada de asfalto
	cama de arena	0,76	1,28	920,00	1500,00	0,04	
	hormigón asfáltico (asfalto puro)	0,93	0,70	920,00	2100,00	0,08	
	hormigón armado	0,92	1,63	1050,00	2400,00	0,30	
	relleno compactado	0,92	2,10	1460,00	1800,00	0,11	

Observaciones:

Se considera 0,61m (2,00ft) como espesor general de estudio debido a que a partir de esa profundidad la temperatura se vuelve constante y no se produce transferencia térmica; en consecuencia, la sumatoria de los espesores de los materiales intervinientes en cualquier referencia debe resultar en dicha cantidad.



ANEXO A3: Referencias bibliográficas del cuadro A2-01.

http://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html

http://www.thermoworks.com/emissivity_table.html

<http://www.miliarium.com/Prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.asp>

<http://editorial.cda.ulpgc.es/ftp/icaro/Anexos/2-%20CALOR/4-Construccion/C.6.4%20Conductividad%20t%E9rmica%20y%20densidad.PDF>

http://www.impictermografia.com/noticias_termografia/index.php/emisividad/tablas-de-emisividad/5-tabla-emisividad

<http://omega.com/literature/transactions/volume1/emissivityb.html>

<http://cte-web.iccl.es/materiales.php?a=9>

<http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0450%282000%29039%3C0971%3ASRODTS%3E2.0.CO%3B2>

<http://www.msdl.unimelb.edu.au/events/conferences/aubea2010/conference-papers/pdf/A080-Padovani-Jensen-Hes.pdf>

http://unimelb.academia.edu/DominiqueHes/Papers/805473/APPROACH_TO_THERMAL_MODELING_INNOVATIVE_GREEN_BUILDING_ELEMENTS_GREEN_ROOF_AND_PHASE_CHANGE_PLASTERBOARD

http://es.wikipedia.org/wiki/Almacenamiento_de_calor#Calor_espec.C3.ADfico_y_capacidad_calor.C3.ADfica_de_algunos_materiales



ANEXO A4: Superficie según material de cobertura.

CUADRO A4-01.- Transecto 01-23.

T:01-23	A _{mat} [m ²] - Superficie según material de cobertura												A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	#	A _j	A _{j+1}	A _{j+2}	A _{j+3}	A _{j+4}	A _{j+5}	A _{j+6}	A _{j+7}	A _{j+8}	A _{k-1}	A _k			A _{os}
01	690,39									1997,76		30593,2	2031,3	33281,3209	4719,4286
02	1636,11			620,84	1423,32							41554,5	5886,8	45234,7636	9567,1001
03	1856,51	1147,58		1219,52	1267,49							10977,1	1616,1	16468,1683	7107,2562
04	884,94	905,70		387,07	1130,12							54433,4	5193,3	57741,2697	8501,1311
05	795,05			284,68	878,51							24288,4	5886,8	26246,6628	7845,0637
06	1468,87			545,69	1301,28							27838,7	3306,3	31154,5135	6622,1705
07	1421,82			625,51	1225,81							17360,8	3331,2	20633,9611	6604,3171
08	2038,30			1040,73	1956,24							30635,7	5058,8	35670,9387	10094,0409
09	1828,83			575,54	2017,64							29039,9	6338,1	33461,9492	10760,0742
10	1746,85			628,87	2166,03							31583,0	5037,7	36124,7186	9579,4100
11	1006,95	2675,65			2774,25	2056,24						14660,6	3483,5	23173,6485	11996,5818
12	902,59	1664,76			2492,87	1086,40						15087,9	2726,4	21234,4737	8873,0138
13	965,37	587,89		1252,24	2273,20							19550,7	2391,3	24629,4046	7470,0332
14	573,95	819,21		1213,38	1965,91							9974,0	1748,2	14546,4465	6320,6835
15	723,48	326,98		676,35	1719,95							10026,5	1847,4	13473,2183	5294,1105
16	1584,30	252,03		346,12	1638,73							25324,0	4041,3	29145,2274	7862,4457
17	880,50	289,46		715,28	1717,95							17004,9	2817,6	20608,0612	6420,8292
18	691,65	525,67		537,04	1696,96							9797,5	2074,3	13248,8109	5525,5672
19	629,68	864,08		790,08	1742,87							29314,0	3813,1	33340,6677	7839,8247
20	538,21	760,71		737,69	1892,91							21298,1	2595,1	25227,6043	6524,5764
21	386,86	1220,81		726,51	1787,55							16580,8	4405,1	20702,4966	8526,8026
22	815,96			718,24	1894,10							23364,4	4668,5	26792,6635	8096,7810
23	446,79	251,43		1220,24	1328,72							15479,0	2677,0	18726,2106	5924,2195

24514	12292		14862	38292	3143			1998		525767	82975	620867,2002	178075,4615
ΣA _j	ΣA _{j+1}	ΣA _{j+2}	ΣA _{j+3}	ΣA _{j+4}	ΣA _{j+5}	ΣA _{j+6}	ΣA _{j+7}	ΣA _{j+8}	ΣA _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA _M	ΣA _H
13,77%	6,90%	0,00%	8,35%	21,50%	1,76%	0,00%	0,00%	1,12%	0,00%	-	46,60%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100	
3,95%	1,98%	0,00%	2,39%	6,17%	0,51%	0,00%	0,00%	0,32%	0,00%	84,68%	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100	



ANEXO A4: Superficie según material de cobertura.

CUADRO A4-02.- Transecto 24-29.

T ₂₄₋₂₉	A _{mat} [m ²] - Superficie según material de cobertura												A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	#	A _j	A _{j+1}	A _{j+2}	A _{j+3}	A _{j+4}	A _{j+5}	A _{j+6}	A _{j+7}	A _{j+8}	A _{k-1}	A _k			A _{OS}
24		1156,72	941,21	952,32		495,29						4106,6	1269,4	7652,1786	4814,9085
25		1065,71	881,77	1003,18		315,92						8093,7	2621,4	11360,2448	5887,9647
26		1909,87	555,25	998,38								4595,3	1366,5	8058,8160	4829,9992
27		1076,03	426,49	1740,71								5219,2	1605,3	8462,4454	4848,4982
28		1779,95	586,92	2569,52								21005,3	5743,8	25941,6610	10680,1644
29		3116,81	1204,13	1949,13								15553,7	5056,4	21823,7902	11326,4842
		10105	4596	9213		811						58574	17663	83299,1360	42388,0192
	ΣA _j	ΣA _{j+1}	ΣA _{j+2}	ΣA _{j+3}	ΣA _{j+4}	ΣA _{j+5}	ΣA _{j+6}	ΣA _{j+7}	ΣA _{j+8}	ΣA _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA _M	ΣA _H	
	0,00%	23,84%	10,84%	21,74%	0,00%	1,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-	41,67%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100		
	0,00%	12,13%	5,52%	11,06%	0,00%	0,97%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	70,32%	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100		

CUADRO A4-03.- Transecto 30-41.

T ₃₀₋₄₁	A _{mat} [m ²] - Superficie según material de cobertura												A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	#	A _j	A _{j+1}	A _{j+2}	A _{j+3}	A _{j+4}	A _{j+5}	A _{j+6}	A _{j+7}	A _{j+8}	A _{k-1}	A _k			A _{OS}
30		1840,83		15731,5								38292,4	9169,0	55864,8176	26741,3978
31		4145,21		11620,5								8534,7	8534,7	24300,4234	24300,4234
32	1514,10	4430,62		6859,97	4548,93	4751,66						4144,4	4144,4	26249,7088	26249,7088
33	1894,27			1559,85	1614,87	3787,00						18730,2	5031,1	27586,2245	13887,0639
34	1576,56			1150,26	3377,37							16748,6	5224,6	22852,7606	11328,7493
35	2214,30	933,92		1127,17	3505,35							35157,3	9988,8	42938,0219	17769,5693
36		2262,83		4939,59								20657,8	6302,4	27860,2095	13504,8071
37		2272,53		5183,72								26537,0	6785,3	33993,2721	14241,5161
38		1772,73		3897,94								17293,3	5038,1	22963,9471	10708,7460
39		1670,53		3677,50								19106,2	4813,6	24454,2187	10161,6490
40		1404,49		3632,74								17862,3	4521,3	22899,5080	9558,5520
41		1921,21		4469,25								20733,5	6129,1	27123,9270	12519,5107
	7199	22655		63850	13047	8539						243798	75682	359087,0392	190971,6934
	ΣA _j	ΣA _{j+1}	ΣA _{j+2}	ΣA _{j+3}	ΣA _{j+4}	ΣA _{j+5}	ΣA _{j+6}	ΣA _{j+7}	ΣA _{j+8}	ΣA _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA _M	ΣA _H	
	3,77%	11,86%	0,00%	33,43%	6,83%	4,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-	39,63%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100		
	2,00%	6,31%	0,00%	17,78%	3,63%	2,38%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	67,89%	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100		



ANEXO A4: Superficie según material de cobertura.

CUADRO A4-04.- Transecto 42-47.

#	A _{mat} [m ²] - Superficie según material de cobertura												A _M [m ²]	A _H [m ²]
	A _j	A _{j+1}	A _{j+2}	A _{j+3}	A _{j+4}	A _{j+5}	A _{j+6}	A _{j+7}	A _{j+8}	A _{k-1}	A _k	A _{OS}		
42		1217,47	2536,57								7841,5	1861,8	11595,5152	5615,7982
43		488,15		1435,79							6440,2	1847,1	8364,1395	3771,0088
44		1124,28		3422,71							14348,3	3614,6	18895,3217	8161,6176
45		1029,53		2947,64							10013,6	2663,5	13990,7316	6640,6467
46		836,09		3613,38							10493,3	3024,5	14942,7938	7473,9493
47		1012,06		3316,11							15588,4	4495,4	19916,5462	8823,5284
		5708	2537	14736							64725	17507	87705,0480	40486,5490
	ΣA _j	ΣA _{j+1}	ΣA _{j+2}	ΣA _{j+3}	ΣA _{j+4}	ΣA _{j+5}	ΣA _{j+6}	ΣA _{j+7}	ΣA _{j+8}	ΣA _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA _M	ΣA _H
	0,00%	14,10%	6,27%	36,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-	43,24%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100	
	0,00%	6,51%	2,89%	16,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	73,80%	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100	

CUADRO A4-05.- Transecto 48-63.

#	A _{mat} [m ²] - Superficie según material de cobertura												A _M [m ²]	A _H [m ²]
	A _j	A _{j+1}	A _{j+2}	A _{j+3}	A _{j+4}	A _{j+5}	A _{j+6}	A _{j+7}	A _{j+8}	A _{k-1}	A _k	A _{OS}		
48				21372,1		41428,5		37392,3					100192,9242	100192,9242
49				21346,4		19847,0		58830,0					100023,3958	100023,3958
50				22417,4		23489,9		54086,8					99994,0815	99994,0815
51				21754,1		3409,4		46557,5					71720,9948	71720,9948
52				21545,0		12500,8		65820,7					99866,5148	99866,5148
53				21719,6		12370,9		65909,7					100000,2708	100000,2708
54				23306,3		12318,2		64389,2					100013,7651	100013,7651
55				23739,4		25174,8		51433,3					100347,4924	100347,4924
56				23781,7		6617,8		66759,0					97158,5703	97158,5703
57				12449,5		12449,5		65480,9					90379,7897	90379,7897
58				22871,8		11603,5		66601,1					101076,3546	101076,3546
59				22095,0		12145,7		66202,4					100443,1530	100443,1530
60				23284,5		10784,4		65865,2					99934,1402	99934,1402
61				27951,8		6330,3		66290,9					100572,9664	100572,9664
62				33697,7		2878,2		63465,7					100041,6436	100041,6436
63				38098,8				73670,6					111769,3657	111769,3657
				381431		213349		978755					1573535,4229	1573535,4229
	ΣA _j	ΣA _{j+1}	ΣA _{j+2}	ΣA _{j+3}	ΣA _{j+4}	ΣA _{j+5}	ΣA _{j+6}	ΣA _{j+7}	ΣA _{j+8}	ΣA _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA _M	ΣA _H
	0,00%	0,00%	0,00%	24,24%	0,00%	13,56%	0,00%	62,20%	0,00%	0,00%	-	0,00%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100	
	0,00%	0,00%	0,00%	24,24%	0,00%	13,56%	0,00%	62,20%	0,00%	0,00%	0,00%	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100	



ANEXO A5: Masa térmica según material de cobertura.

CUADRO A5-01.- Transecto 01-23.

T _{.01-23}	M _{mat} [Ton] - Masa térmica según material de cobertura											M _M [Ton]	
	Punto	M _j	M _{j+1}	M _{j+2}	M _{j+3}	M _{j+4}	M _{j+5}	M _{j+6}	M _{j+7}	M _{j+8}	M _{k-1}		M _k
01	794,26									2169,57		9177,96	12141,79
02	1882,27			807,79	1769,90							12466,35	16926,31
03	2135,83	1315,14		1586,72	1576,13							3293,12	9906,94
04	1018,09	1037,94		503,63	1405,31							16330,04	20295,01
05	914,67			370,40	1092,43							7286,53	9664,03
06	1689,87			710,00	1618,14							8351,61	12369,62
07	1635,73			813,86	1524,30							5208,25	9182,14
08	2344,96			1354,10	2432,59							9190,71	15322,36
09	2103,99			748,83	2508,94							8711,99	14073,75
10	2009,67			818,23	2693,46							9474,89	14996,25
11	1158,45	3066,30			3449,78	2093,26						4398,17	14165,96
12	1038,39	1907,82			3099,89	1105,96						4526,36	11678,42
13	1110,62	673,73		1629,29	2826,73							5865,22	12105,59
14	660,31	938,82		1578,73	2444,61							2992,20	8614,67
15	832,33	374,72		880,00	2138,76							3007,95	7233,76
16	1822,66	288,83		450,34	2037,77							7597,22	12196,82
17	1012,97	331,73		930,66	2136,27							5101,47	9513,10
18	795,71	602,43		698,74	2110,17							2939,25	7146,30
19	724,42	990,24		1027,97	2167,27							8794,19	13704,09
20	619,19	871,78		959,82	2353,84							6389,43	11194,06
21	445,07	1399,05		945,26	2222,82							4974,23	9986,43
22	938,72			934,51	2355,31							7009,32	11237,86
23	514,02	288,14		1587,65	1652,27							4643,71	8685,79

	28202,2	14086,7		19336,5	47616,7	3199,2			2169,6		157730,2	272341,05
	ΣM _j	ΣM _{j+1}	ΣM _{j+2}	ΣM _{j+3}	ΣM _{j+4}	ΣM _{j+5}	ΣM _{j+6}	ΣM _{j+7}	ΣM _{j+8}	ΣM _{k-1}	ΣM _k	ΣM _M
MT_{.01-23}	11840,9153											



ANEXO A5: Masa térmica según material de cobertura.

CUADRO A5-02.- Transecto 24-29.

T _{:24-29}	M _{mat} [Ton] - Masa térmica según material de cobertura											M _M [Ton]	
	Punto	M _j	M _{j+1}	M _{j+2}	M _{j+3}	M _{j+4}	M _{j+5}	M _{j+6}	M _{j+7}	M _{j+8}	M _{k-1}		M _k
24		1325,60	1202,88	1239,07		504,21						1232,00	5503,76
25		1221,30	1126,91	1305,25		321,61						2428,10	6403,17
26		2188,72	709,61	1299,00								1378,60	5575,93
27		1233,13	545,06	2264,85								1565,77	5608,81
28		2039,82	750,09	3343,20								6301,59	12434,70
29		3571,87	1538,88	2536,02								4666,12	12312,89

		11580,4	5873,4	11987,4		825,8						17572,2	47839,26
	ΣM _j	ΣM _{j+1}	ΣM _{j+2}	ΣM _{j+3}	ΣM _{j+4}	ΣM _{j+5}	ΣM _{j+6}	ΣM _{j+7}	ΣM _{j+8}	ΣM _{k-1}	ΣM _k	ΣM _M	
MT _{:24-29}	7973,2100												

CUADRO A5-03.- Transecto 30-41.

T _{:30-41}	M _{mat} [Ton] - Masa térmica según material de cobertura											M _M [Ton]	
	Punto	M _j	M _{j+1}	M _{j+2}	M _{j+3}	M _{j+4}	M _{j+5}	M _{j+6}	M _{j+7}	M _{j+8}	M _{k-1}		M _k
30		2109,60		20468,31								11487,74	34065,65
31		4750,41		15119,40								2560,43	22430,24
32	1741,90	5077,49		8925,51	5656,60	4837,20						1243,34	27482,04
33	2179,27			2029,53	2008,09	3855,17						5619,07	15691,13
34	1813,76			1496,61	4199,76							5024,58	12534,71
35	2547,45	1070,28		1466,56	4358,91							10547,19	19990,39
36		2593,21		6426,90								6197,34	15217,45
37		2604,32		6744,55								7961,11	17309,98
38		2031,55		5071,62								5187,99	12291,16
39		1914,44		4784,80								5731,86	12431,10
40		1609,55		4726,56								5358,69	11694,80
41		2201,72		5814,94								6220,05	14236,71

	8282,4	25962,6		83075,3	16223,4	8692,4						73139,4	215375,36
	ΣM _j	ΣM _{j+1}	ΣM _{j+2}	ΣM _{j+3}	ΣM _{j+4}	ΣM _{j+5}	ΣM _{j+6}	ΣM _{j+7}	ΣM _{j+8}	ΣM _{k-1}	ΣM _k	ΣM _M	
MT _{:30-41}	17947,9467												

**ANEXO A5:** Masa térmica según material de cobertura.**CUADRO A5-04.-** Transecto 42-47.

T ₄₂₋₄₇	M _{mat} [Ton] - Masa térmica según material de cobertura											M _M [Ton]	
	Punto	M _j	M _{j+1}	M _{j+2}	M _{j+3}	M _{j+4}	M _{j+5}	M _{j+6}	M _{j+7}	M _{j+8}	M _{k-1}		M _k
42		1395,22	3241,75									2352,45	6989,42
43		559,43		1868,12								1932,06	4359,61
44		1288,43		4453,30								4304,50	10046,23
45		1179,85		3835,17								3004,07	8019,09
46		958,17		4701,37								3148,00	8807,54
47		1159,83		4314,60								4676,52	10150,95

		6540,9	3241,8	19172,6								19417,6	48372,84
	ΣM _j	ΣM _{j+1}	ΣM _{j+2}	ΣM _{j+3}	ΣM _{j+4}	ΣM _{j+5}	ΣM _{j+6}	ΣM _{j+7}	ΣM _{j+8}	ΣM _{k-1}	ΣM _k	ΣM _M	
MT ₄₂₋₄₇	8062,1400												

CUADRO A5-05.- Transecto 48-63.

T ₄₈₋₆₃	M _{mat} [Ton] - Masa térmica según material de cobertura											M _M [Ton]	
	Punto	M _j	M _{j+1}	M _{j+2}	M _{j+3}	M _{j+4}	M _{j+5}	M _{j+6}	M _{j+7}	M _{j+8}	M _{k-1}		M _k
48				27807,29			42174,24		34213,92				104195,45
49				27773,79			20204,29		53829,43				101807,51
50				29167,32			23912,71		49489,40				102569,43
51				28304,27			3470,79		42600,09				74375,15
52				28032,22			12725,80		60225,97				100983,99
53				28259,41			12593,60		60307,41				101160,42
54				30323,87			12539,95		58916,14				101779,96
55				30887,36			25627,96		47061,45				103576,77
56				30942,39			6736,94		61084,53				98763,86
57				16198,00			12673,56		59914,99				88786,55
58				29758,47			11812,36		60940,01				102510,84
59				28747,81			12364,34		60575,24				101687,39
60				30295,45			10978,53		60266,71				101540,69
61				36368,07			6444,22		60656,19				103468,48
62				43844,07			2930,06		58071,13				104845,26
63				49570,29					67408,62				116978,91

				188826			32717		306978				528520,73
	ΣM _j	ΣM _{j+1}	ΣM _{j+2}	ΣM _{j+3}	ΣM _{j+4}	ΣM _{j+5}	ΣM _{j+6}	ΣM _{j+7}	ΣM _{j+8}	ΣM _{k-1}	ΣM _k	ΣM _M	
MT ₄₈₋₆₃	100564,4163												

ANEXO A6a: Masa térmica por unidad de superficie.

CUADRO A6a-01.- Transecto 01-23.

CUADRO A6a-02.- Transecto 24-29.

CUADRO A6a-03.- Transecto 30-41.

Masa térmica por unidad de superficie [Ton/m ²]			
#	M _M	A _H	M/A [Ton/m ²]
01	12141,78	4719,43	2,5728
02	16926,29	9567,10	1,7693
03	9906,92	7107,26	1,3940
04	20294,97	8501,13	2,3874
05	9664,02	7845,06	1,2319
06	12369,60	6622,17	1,8680
07	9182,13	6604,32	1,3904
08	15322,34	10094,04	1,5180
09	14073,74	10760,07	1,3080
10	14996,24	9579,41	1,5655
11	14165,95	11996,58	1,1809
12	11678,40	8873,01	1,3162
13	12105,56	7470,03	1,6206
14	8614,65	6320,68	1,3630
15	7233,73	5294,11	1,3664
16	12196,80	7862,45	1,5513
17	9513,08	6420,83	1,4816
18	7146,29	5525,57	1,2934
19	13704,08	7839,82	1,7481
20	11194,03	6524,58	1,7157
21	9986,43	8526,80	1,1712
22	11237,84	8096,78	1,3880
23	8685,78	5924,22	1,4662

Masa térmica por unidad de superficie [Ton/m ²]			
#	M _M	A _H	M/A [Ton/m ²]
24	5503,74	4814,91	1,1431
25	6403,16	5887,96	1,0875
26	5575,91	4830,00	1,1545
27	5608,79	4848,50	1,1569
28	12434,69	10680,16	1,1643
29	12312,87	11326,48	1,0871

Masa térmica por unidad de superficie [Ton/m ²]			
#	M _M	A _H	M/A [Ton/m ²]
30	34065,63	26741,40	1,2739
31	22430,23	24300,42	0,9231
32	27482,01	26249,71	1,0470
33	15691,12	13887,06	1,1300
34	12534,70	11328,75	1,1065
35	19990,36	17769,57	1,1250
36	15217,44	13504,81	1,1269
37	17309,97	14241,52	1,2155
38	12291,15	10708,75	1,1478
39	12431,08	10161,65	1,2234
40	11694,79	9558,55	1,2235
41	14236,69	12519,51	1,1372



ANEXO A6a: Masa térmica por unidad de superficie.

CUADRO A6a-04.- Transecto 42-47.

CUADRO A6a-05.- Transecto 48-63.

CUADRO A6a-06.- Promedios de los transectos.

Masa térmica por unidad de superficie [Ton/m ²]				
	#	M _M	A _H	M/A [Ton/m ²]
T:42-47	42	6989,40	5615,80	1,2446
	43	4359,60	3771,01	1,1561
	44	10046,22	8161,62	1,2310
	45	8019,08	6640,65	1,2076
	46	8807,53	7473,95	1,1785
	47	10150,93	8823,53	1,1505

Masa térmica por unidad de superficie [Ton/m ²]				
	#	M _M	A _H	M/A [Ton/m ²]
T:48-63	48	104195,45	100192,92	1,0400
	49	101807,50	100023,40	1,0179
	50	102569,42	99994,08	1,0258
	51	74375,15	71720,99	1,0371
	52	100983,97	99866,51	1,0112
	53	101160,40	100000,27	1,0117
	54	101779,95	100013,77	1,0177
	55	103576,75	100347,49	1,0322
	56	98763,85	97158,57	1,0166
	57	88786,55	90379,79	0,9824
	58	102510,82	101076,35	1,0142
	59	101687,38	100443,15	1,0124
	60	101540,68	99934,14	1,0161
	61	103468,47	100572,97	1,0288
	62	104845,25	100041,64	1,0481
	63	116978,90	111769,37	1,0467

M/A promedio	valor
$\overline{M/A}_{:01-23}$ [MJ/(K.m ²)]	1,5508
$\overline{M/A}_{:24-29}$ [MJ/(K.m ²)]	1,1323
$\overline{M/A}_{:30-41}$ [MJ/(K.m ²)]	1,1400
$\overline{M/A}_{:42-47}$ [MJ/(K.m ²)]	1,1948
$\overline{M/A}_{:48-63}$ [MJ/(K.m ²)]	1,0225



ANEXO A6b: Masa térmica de edificios por unidad de superficie.

CUADRO A6b-01.- Transecto 01-23.

CUADRO A6b-02.- Transecto 24-29.

CUADRO A6b-03.- Transecto 30-41.

Masa térmica de edificios por unidad de superficie [Ton/m ²]			
#	M _k	A _H	BM [Ton/m ²]
01	9177,96	4719,43	1,9448
02	12466,35	9567,10	1,3031
03	3293,12	7107,26	0,4634
04	16330,04	8501,13	1,9210
05	7286,53	7845,06	0,9289
06	8351,61	6622,17	1,2612
07	5208,25	6604,32	0,7887
08	9190,71	10094,04	0,9106
09	8711,99	10760,07	0,8097
10	9474,89	9579,41	0,9891
11	4398,17	11996,58	0,3667
12	4526,36	8873,01	0,5102
13	5865,22	7470,03	0,7852
14	2992,20	6320,68	0,4734
15	3007,95	5294,11	0,5682
16	7597,22	7862,45	0,9663
17	5101,47	6420,83	0,7946
18	2939,25	5525,57	0,5320
19	8794,19	7839,82	1,1218
20	6389,43	6524,58	0,9793
21	4974,23	8526,80	0,5834
22	7009,32	8096,78	0,8657
23	4643,71	5924,22	0,7839

Masa térmica de edificios por unidad de superficie [Ton/m ²]			
#	M _k	A _H	BM [Ton/m ²]
24	1232,00	4814,91	0,2559
25	2428,10	5887,96	0,4124
26	1378,60	4830,00	0,2855
27	1565,77	4848,50	0,3230
28	6301,59	10680,16	0,5901
29	4666,12	11326,48	0,4120

30	11487,74	26741,40	0,4296
31	2560,43	24300,42	0,1054
32	1243,34	26249,71	0,0474
33	5619,07	13887,06	0,4047
34	5024,58	11328,75	0,4436
35	10547,19	17769,57	0,5936
36	6197,34	13504,81	0,4589
37	7961,11	14241,52	0,5591
38	5187,99	10708,75	0,4845
39	5731,86	10161,65	0,5641
40	5358,69	9558,55	0,5607
41	6220,05	12519,51	0,4969



ANEXO A6b: Masa térmica de edificios por unidad de superficie.

CUADRO A6b-01.- Transecto 42-47.

CUADRO A6b-02.- Transecto 48-63.

Masa térmica de edificios por unidad de superficie [Ton/m ²]				
	#	M _k	A _H	BM [Ton/m ²]
T:42-47	42	2352,45	5615,80	0,4189
	43	1932,06	3771,01	0,5124
	44	4304,50	8161,62	0,5275
	45	3004,07	6640,65	0,4524
	46	3148,00	7473,95	0,4212
	47	4676,52	8823,53	0,5301

Masa térmica de edificios por unidad de superficie [Ton/m ²]				
	#	M _k	A _H	BM [Ton/m ²]
T:48-63	48		100192,92	---
	49		100023,40	---
	50		99994,08	---
	51		71720,99	---
	52		99866,51	---
	53		100000,27	---
	54		100013,77	---
	55		100347,49	---
	56		97158,57	---
	57		90379,79	---
	58		101076,35	---
	59		100443,15	---
	60		99934,14	---
	61		100572,97	---
	62		100041,64	---
	63		111769,37	---

M/A promedio	valor
$\overline{BM}_{:01-23}$ [MJ/(K.m ²)]	0,8979
$\overline{BM}_{:24-29}$ [MJ/(K.m ²)]	0,3799
$\overline{BM}_{:30-41}$ [MJ/(K.m ²)]	0,4291
$\overline{BM}_{:42-47}$ [MJ/(K.m ²)]	0,4771
$\overline{BM}_{:48-63}$ [MJ/(K.m ²)]	---



ANEXO A7: Capacidad térmica según material de cobertura.

CUADRO A7-01.- Transecto 01-23.

T _{:01-23}	C _{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica según material de cobertura											C _M [MJ/K]	
	Punto	C _j	C _{j+1}	C _{j+2}	C _{j+3}	C _{j+4}	C _{j+5}	C _{j+6}	C _{j+7}	C _{j+8}	C _{k-1}		C _k
01	1064,97									3084,14		9636,85	13785,96
02	2523,82				941,88	1929,06						13089,66	18484,42
03	2863,80	1775,77			1850,12	1717,86						3457,77	11665,33
04	1365,09	1401,48			587,22	1531,68						17146,53	22032,00
05	1226,42				431,88	1190,67						7650,85	10499,83
06	2265,84				827,85	1763,66						8769,18	13626,53
07	2193,25				948,96	1661,37						5468,66	10272,24
08	3144,21				1578,88	2651,35						9650,24	17024,68
09	2821,10				873,14	2734,57						9147,58	15576,39
10	2694,64				954,05	2935,68						9948,63	16533,01
11	1553,29	4140,30				3760,02	1962,23					4618,08	16033,92
12	1392,31	2576,05				3378,66	1036,73					4752,67	13136,42
13	1489,15	909,70			1899,75	3080,93						6158,47	13538,01
14	885,36	1267,64			1840,80	2664,45						3141,81	9800,07
15	1116,01	505,96			1026,08	2331,09						3158,34	8137,48
16	2443,89	389,99			525,10	2221,02						7977,08	13557,07
17	1358,23	447,91			1085,15	2328,38						5356,53	10576,21
18	1066,91	813,43			814,73	2299,94						3086,21	8081,22
19	971,33	1337,08			1198,61	2362,16						9233,90	15103,08
20	830,22	1177,13			1119,15	2565,51						6708,90	12400,91
21	596,76	1889,08			1102,18	2422,72						5222,94	11233,68
22	1258,67				1089,63	2567,12						7359,78	12275,20
23	689,21	389,06			1851,20	1800,85						4875,90	9606,22
	37814,5	19020,6		22546,4	51898,8	2999,0				3084,1		165616,6	302979,89
	ΣC _j	ΣC _{j+1}	ΣC _{j+2}	ΣC _{j+3}	ΣC _{j+4}	ΣC _{j+5}	ΣC _{j+6}	ΣC _{j+7}	ΣC _{j+8}	ΣC _{k-1}	ΣC _k	ΣC _M	
CT _{:01-23}	13173,0388												



ANEXO A7 Capacidad térmica según material de cobertura.

CUADRO A7-02.- Transecto 24-29.

T _{:24-29}	C _{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica según material de cobertura											C _M [MJ/K]	
	Punto	C _j	C _{j+1}	C _{j+2}	C _{j+3}	C _{j+4}	C _{j+5}	C _{j+6}	C _{j+7}	C _{j+8}	C _{k-1}		C _k
24		1789,91	1478,35	1444,76		472,64						1293,59	6479,24
25		1649,07	1384,98	1521,92		301,48						2549,50	7406,95
26		2955,34	872,11	1514,63								1447,52	6789,61
27		1665,04	669,88	2640,81								1644,05	6619,79
28		2754,29	921,86	3898,18								6616,66	14191,00
29		4822,95	1891,30	2957,00								4899,42	14570,67

		15636,6	7218,5	13977,3		774,1						18450,8	56057,26
	ΣC _j	ΣC _{j+1}	ΣC _{j+2}	ΣC _{j+3}	ΣC _{j+4}	ΣC _{j+5}	ΣC _{j+6}	ΣC _{j+7}	ΣC _{j+8}	ΣC _{k-1}	ΣC _k	ΣC _M	
CT _{:24-29}	9342,8774												

CUADRO A7-03.- Transecto 30-41.

T _{:30-41}	C _{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica según material de cobertura											C _M [MJ/K]	
	Punto	C _j	C _{j+1}	C _{j+2}	C _{j+3}	C _{j+4}	C _{j+5}	C _{j+6}	C _{j+7}	C _{j+8}	C _{k-1}		C _k
30		2848,50		23866,12								12062,12	38776,75
31		6414,30		17629,28								2688,44	26732,02
32	2335,60	6855,94		10407,17	6165,29	4534,42						1305,50	31603,92
33	2922,05			2366,43	2188,68	3613,86						5900,02	16991,04
34	2431,95			1745,05	4577,44							5275,80	14030,25
35	3415,71	1445,15		1710,02	4750,90							11074,55	22396,31
36		3501,50		7493,79								6507,20	17502,50
37		3516,51		7864,17								8359,16	19739,84
38		2743,12		5913,52								5447,38	14104,03
39		2584,98		5579,09								6018,45	14182,52
40		2173,31		5511,18								5626,62	13311,11
41		2972,89		6780,24								6531,04	16284,17

	11105,3	35056,2		96866,1	17682,3	8148,3						76796,3	245654,44
	ΣC _j	ΣC _{j+1}	ΣC _{j+2}	ΣC _{j+3}	ΣC _{j+4}	ΣC _{j+5}	ΣC _{j+6}	ΣC _{j+7}	ΣC _{j+8}	ΣC _{k-1}	ΣC _k	ΣC _M	
CT _{:30-41}	20471,2036												

ANEXO A7: Capacidad térmica según material de cobertura.

CUADRO A7-04.- Transecto 42-47.

T _{:42-47} Punto	C _{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica según material de cobertura											C _M [MJ/K]
	C _j	C _{j+1}	C _{j+2}	C _{j+3}	C _{j+4}	C _{j+5}	C _{j+6}	C _{j+7}	C _{j+8}	C _{k-1}	C _k	
42		1883,91	3984,15								2470,06	8338,12
43		755,37		2178,23							2028,66	4962,26
44		1739,71		5192,56							4519,72	11451,99
45		1593,09		4471,82							3154,27	9219,19
46		1293,77		5481,81							3305,40	10080,98
47		1566,06		5030,83							4910,34	11507,23

		8831,9	3984,1	22355,2							20388,5	55559,8
	ΣC _j	ΣC _{j+1}	ΣC _{j+2}	ΣC _{j+3}	ΣC _{j+4}	ΣC _{j+5}	ΣC _{j+6}	ΣC _{j+7}	ΣC _{j+8}	ΣC _{k-1}	ΣC _k	ΣC _M
CT _{:42-47}	9259,9612											

CUADRO A7-05.- Transecto 48-63.

T _{:48-63} Punto	C _{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica según material de cobertura											C _M [MJ/K]
	C _j	C _{j+1}	C _{j+2}	C _{j+3}	C _{j+4}	C _{j+5}	C _{j+6}	C _{j+7}	C _{j+8}	C _{k-1}	C _k	
48				32423,41		39534,41		63016,56				134974,39
49				32384,35		18939,63		99145,19				150469,17
50				34009,21		22415,93		91151,54				147576,68
51				33002,89		3253,54		78462,55				114718,98
52				32685,67		11929,24		10926,59				155541,51
53				32950,58		11805,32		11076,59				155832,49
54				35357,76		11755,03		10854,09				155626,87
55				36014,78		24023,81		86679,65				146718,24
56				36078,95		6315,25		12507,92				154902,12
57				18886,93		11880,28		10353,82				141121,03
58				34698,49		11072,98		12241,73				158013,20
59				33520,06		11590,41		11569,88				156680,36
60				35324,61		10291,34		11001,62				156617,58
61				42405,32		6040,85		1178,99				160165,15
62				51122,36		2746,65		10695,72				160826,73
63				57799,16				12455,88				181955,04

				578665		203595		1649480				2431740
	ΣC _j	ΣC _{j+1}	ΣC _{j+2}	ΣC _{j+3}	ΣC _{j+4}	ΣC _{j+5}	ΣC _{j+6}	ΣC _{j+7}	ΣC _{j+8}	ΣC _{k-1}	ΣC _k	ΣC _M
CT _{:48-63}	151983,7213											

**ANEXO A8: Capacidad térmica por unidad de superficie.****CUADRO A8-01.-** Transecto 01-23.**CUADRO A8-02.-** Transecto 24-29.**CUADRO A8-03.-** Transecto 30-41.

Capacidad térmica por unidad de superficie [MJ/(K.m ²)]			
#	C _{mat}	A _H	Cs [MJ/(K.m ²)]
01	13785,96	4719,43	2,9212
02	18484,42	9567,10	1,9321
03	11665,33	7107,26	1,6414
04	22032,00	8501,13	2,5917
05	10499,83	7845,06	1,3384
06	13626,53	6622,17	2,0578
07	10272,24	6604,32	1,5554
08	17024,68	10094,04	1,6867
09	15576,39	10760,07	1,4477
10	16533,01	9579,41	1,7259
11	16033,92	11996,58	1,3366
12	13136,42	8873,01	1,4805
13	13538,01	7470,03	1,8124
14	9800,07	6320,68	1,5505
15	8137,48	5294,11	1,5371
16	13557,07	7862,45	1,7243
17	10576,21	6420,83	1,6472
18	8081,22	5525,57	1,4626
19	15103,08	7839,82	1,9265
20	12400,91	6524,58	1,9007
21	11233,68	8526,80	1,3175
22	12275,20	8096,78	1,5161
23	9606,22	5924,22	1,6216

Capacidad térmica por unidad de superficie [MJ/(K.m ²)]			
#	C _{mat}	A _H	Cs [MJ/(K.m ²)]
24	6479,24	4814,91	1,3457
25	7406,95	5887,96	1,2580
26	6789,61	4830,00	1,4058
27	6619,79	4848,50	1,3654
28	14191,00	10680,16	1,3288
29	14570,67	11326,48	1,2865

Capacidad térmica por unidad de superficie [MJ/(K.m ²)]			
#	C _{mat}	A _H	Cs [MJ/(K.m ²)]
30	38776,75	26741,40	1,4501
31	26732,02	24300,42	1,1001
32	31603,92	26249,71	1,2040
33	16991,04	13887,06	1,2236
34	14030,25	11328,75	1,2385
35	22396,31	17769,57	1,2604
36	17502,50	13504,81	1,2961
37	19739,84	14241,52	1,3861
38	14104,03	10708,75	1,3171
39	14182,52	10161,65	1,3957
40	13311,11	9558,55	1,3926
41	16284,17	12519,51	1,3008

ANEXO A8: Capacidad térmica por unidad de superficie.

CUADRO A8-04.- Transecto 42-47.

CUADRO A8-05.- Transecto 48-63.

CUADRO A8-06.- Promedio de los transectos.

Capacidad térmica por unidad de superficie [MJ/(K.m ²)]				
	#	C _{mat}	A _H	Cs [MJ/(K.m ²)]
T ₄₂₋₄₇	42	8338,12	5615,80	1,4848
	43	4962,26	3771,01	1,3159
	44	11451,99	8161,62	1,4032
	45	9219,19	6640,65	1,3883
	46	10080,98	7473,95	1,3489
	47	11507,23	8823,53	1,3042

Capacidad térmica por unidad de superficie [MJ/(K.m ²)]				
	#	C _{mat}	A _H	Cs [MJ/(K.m ²)]
T ₄₈₋₆₃	48	134974,39	100192,92	1,3472
	49	150469,17	100023,40	1,5044
	50	147576,68	99994,08	1,4759
	51	114718,98	71720,99	1,5996
	52	155541,51	99866,51	1,5575
	53	155832,49	100000,27	1,5584
	54	155626,87	100013,77	1,5561
	55	146718,24	100347,49	1,4622
	56	154902,12	97158,57	1,5944
	57	141121,03	90379,79	1,5615
	58	158013,20	101076,35	1,5634
	59	156680,36	100443,15	1,5599
	60	156617,58	99934,14	1,5673
	61	160165,15	100572,97	1,5926
	62	160826,73	100041,64	1,6076
	63	181955,04	111769,37	1,6280

Cs promedio	valor
$\hat{C}s_{.01-23}$ [MJ/(K.m ²)]	1,7275
$\hat{C}s_{.24-29}$ [MJ/(K.m ²)]	1,3317
$\hat{C}s_{.30-41}$ [MJ/(K.m ²)]	1,2971
$\hat{C}s_{.30-35}$ [MJ/(K.m ²)]	1,2462
$\hat{C}s_{.36-41}$ [MJ/(K.m ²)]	1,3481
$\hat{C}s_{.42-47}$ [MJ/(K.m ²)]	1,3743
$\hat{C}s_{.48-63}$ [MJ/(K.m ²)]	1,5460



ANEXO A9: Poder emisor de las coberturas.

CUADRO A9-01.- Transecto 01-23.

T _{.01-23} Punto	G _{mat} = A _{mat} · ? _{mat} [m ²]											ΣG [m ²]	P [W]
	G _j	G _{j+1}	G _{j+2}	G _{j+3}	G _{j+4}	G _{j+5}	G _{j+6}	G _{j+7}	G _{j+8}	G _{k-1}	G _k		
01	635,16								1857,92		28145,72	30638,7928	0,5940
02	1505,22			577,39	1152,89						38230,13	41465,6260	1,5247
03	1707,99	975,45		1134,16	1026,67						10098,90	14943,1553	0,5733
04	814,15	769,84		359,98	915,39						50078,76	52938,1271	1,1666
05	731,44			264,75	711,59						22345,35	24053,1405	1,0945
06	1351,36			507,49	1054,03						25611,58	28524,4688	0,6202
07	1308,07			581,73	992,90						15971,96	18854,6605	0,4492
08	1875,23			967,88	1584,56						28184,82	32612,4843	0,6295
09	1682,53			535,25	1634,29						26716,74	30568,8079	0,6259
10	1607,10			584,85	1754,48						29056,33	33002,7666	0,6080
11	926,40	2274,30			2247,14	2015,12					13487,71	20950,6686	0,3610
12	830,39	1415,05			2019,23	1064,67					13880,82	19210,1503	0,0807
13	888,14	499,71		1164,58	1841,29						17986,65	22380,3701	0,3500
14	528,04	696,33		1128,44	1592,38						9176,08	13121,2704	0,0901
15	665,60	277,93		629,00	1393,16						9224,35	12190,0418	0,1130
16	1457,56	214,22		321,89	1327,37						23298,12	26619,1682	1,1910
17	810,06	246,04		665,21	1391,54						15644,48	18757,3324	0,1787
18	636,32	446,82		499,44	1374,54						9013,69	11970,8138	0,3040
19	579,31	734,47		734,77	1411,73						26968,84	30429,1135	0,3726
20	495,15	646,61		686,05	1533,26						19594,23	22955,3030	0,2484
21	355,91	1037,69		675,65	1447,92						15254,30	18771,4747	0,0678
22	750,68			667,96	1534,22						21495,22	24448,0823	0,1365
23	411,05	213,71		1134,82	1076,27						14240,71	17076,5567	0,1454

	22552,8	10448,2		13821,3	31016,8	3079,8			1857,9		483705,5	566482,3755	11,5251
	ΣG _j	ΣG _{j+1}	ΣG _{j+2}	ΣG _{j+3}	ΣG _{j+4}	ΣG _{j+5}	ΣG _{j+6}	ΣG _{j+7}	ΣG _{j+8}	ΣG _{k-1}	ΣG _k	Σ(ΣG _{mat})	ΣP
P _{T.01-23}	0,5011												

**ANEXO A9:** Poder emisivo de las coberturas.**CUADRO A9-02.-** Transecto 24-29.

T: ₂₄₋₂₉	$G_{mat} = A_{mat} \cdot \epsilon_{mat} [m^2]$											ΣG [m ²]	P [W]	
	Punto	G _j	G _{j+1}	G _{j+2}	G _{j+3}	G _{j+4}	G _{j+5}	G _{j+6}	G _{j+7}	G _{j+8}	G _{k-1}			G _k
24		983,21	865,92	885,66		485,38						3778,11	6998,2744	0,0828
25		905,85	811,23	932,96		309,60						7446,17	10405,8129	0,1366
26		1623,39	510,83	928,50								4227,69	7290,4034	0,1059
27		914,62	392,37	1618,86								4801,68	7727,5351	0,1122
28		1512,95	539,97	2389,65								19324,85	23767,4271	0,3451
29		2649,29	1107,80	1812,69								14309,43	19879,2017	0,2886
		8589,32	4228,10	8568,32		794,98						53887,93	76068,6545	1,0712
		ΣG_j	ΣG_{j+1}	ΣG_{j+2}	ΣG_{j+3}	ΣG_{j+4}	ΣG_{j+5}	ΣG_{j+6}	ΣG_{j+7}	ΣG_{j+8}	ΣG_{k-1}	ΣG_k	$\Sigma(\Sigma G_{mat})$	ΣP
$\overline{P}_{T:24-29}$		0,1786												

CUADRO A9-03.- Transecto 30-41.

T: ₃₀₋₄₁	$G_{mat} = A_{mat} \cdot \epsilon_{mat} [m^2]$											ΣG [m ²]	P [W]	
	Punto	G _j	G _{j+1}	G _{j+2}	G _{j+3}	G _{j+4}	G _{j+5}	G _{j+6}	G _{j+7}	G _{j+8}	G _{k-1}			G _k
30		1564,71		14630,33								35229,05	51424,0893	0,5870
31		3523,43		10807,04								7851,96	22182,4297	0,4381
32		1392,97	3766,02	6379,77	3684,63	4656,63						3812,88	23692,9059	0,3440
33		1742,73		1450,66	1308,04	3711,26						17231,81	25444,5093	0,5608
34		1450,43		1069,75	2735,67							15408,68	20664,5317	0,5379
35		2037,16	793,83	1048,27	2839,33							32344,70	39063,2892	1,3032
36			1923,40	4593,82								19005,17	25522,3907	1,0420
37			1931,65	4820,86								24414,06	31166,5705	1,1691
38			1506,82	3625,09								15909,81	21041,7196	0,7359
39			1419,95	3420,07								17577,69	22417,7188	0,6609
40			1193,82	3378,45								16433,30	21005,5603	0,9000
41			1633,03	4156,40								19074,79	24864,2204	1,0848
		6623,29	19256,7	59380,5	10567,7	8367,9						224293,9	328489,9354	9,3637
		ΣG_j	ΣG_{j+1}	ΣG_{j+2}	ΣG_{j+3}	ΣG_{j+4}	ΣG_{j+5}	ΣG_{j+6}	ΣG_{j+7}	ΣG_{j+8}	ΣG_{k-1}	ΣG_k	$\Sigma(\Sigma G_{mat})$	ΣP
$\overline{P}_{T:30-41}$		0,7804												

**ANEXO A9:** Poder emisor de las coberturas.**CUADRO A9-04.-** Transecto 42-47.

T _{:42-47}	$G_{mat} = A_{mat} \cdot \epsilon_{mat} [m^2]$											ΣG [m ²]	P [W]	
	Punto	G _j	G _{j+1}	G _{j+2}	G _{j+3}	G _{j+4}	G _{j+5}	G _{j+6}	G _{j+7}	G _{j+8}	G _{k-1}			G _k
42		1034,85	2333,65									7214,16	10582,6514	0,2366
43		414,93		1335,29								5924,97	7675,1954	0,1677
44		955,64		3183,12								13200,46	17339,2235	0,3891
45		875,10		2741,30								9212,48	12828,8824	0,3343
46		710,68		3360,44								9653,86	13724,9774	0,3929
47		860,25		3083,98								14341,30	18285,5394	0,7238
		4851,45	2333,65	13704,14								59547,24	80436,4696	2,2444
		ΣG_j	ΣG_{j+1}	ΣG_{j+2}	ΣG_{j+3}	ΣG_{j+4}	ΣG_{j+5}	ΣG_{j+6}	ΣG_{j+7}	ΣG_{j+8}	ΣG_{k-1}	ΣG_k	$\Sigma(\Sigma G_{mat})$	ΣP
P _{T:42-47}		0,3741												

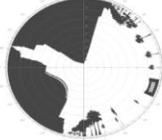
CUADRO A9-05.- Transecto 48-63.

T _{:48-63}	$G_{mat} = A_{mat} \cdot \epsilon_{mat} [m^2]$											ΣG [m ²]	P [W]	
	Punto	G _j	G _{j+1}	G _{j+2}	G _{j+3}	G _{j+4}	G _{j+5}	G _{j+6}	G _{j+7}	G _{j+8}	G _{k-1}			G _k
48				19876,1		40600,0			35522,6				95998,6910	3,1381
49				19852,1		19450,1			55888,5				95190,7093	3,2669
50				20848,2		23020,1			51382,4				95250,7253	3,1906
51				20231,3		3341,2			44229,6				67802,1454	1,8131
52				20036,9		12250,8			62529,7				94817,3122	3,2280
53				20199,2		12123,5			62614,2				94936,9923	3,2320
54				21674,9		12071,9			61169,8				94916,4967	2,9292
55				22077,7		24671,3			48861,6				95610,5737	2,6682
56				22117,0		6485,5			63421,1				92023,5421	2,5033
57				11578,0		12200,5			62206,8				85985,2949	2,5454
58				21270,7		11371,4			63271,0				95913,2061	2,8393
59				20548,4		11902,8			62892,3				95343,4667	2,5936
60				21654,6		10568,7			62572,0				94795,2757	2,5132
61				25995,2		6203,7			62976,4				95175,1904	2,5890
62				31338,9		2820,7			60292,4				94451,9549	2,4190
63				35431,8					69987,1				105418,9224	2,6303
				354730,93		209082,0			929817,6				1493630,4989	44,0992
		ΣG_j	ΣG_{j+1}	ΣG_{j+2}	ΣG_{j+3}	ΣG_{j+4}	ΣG_{j+5}	ΣG_{j+6}	ΣG_{j+7}	ΣG_{j+8}	ΣG_{k-1}	ΣG_k	$\Sigma(\Sigma G_{mat})$	ΣP
P _{T:48-63}		2,7562												

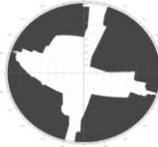
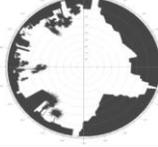
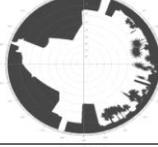
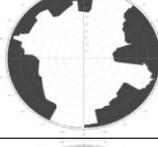
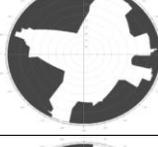


ANEXO A10: Factor de cielo visible.

CUADRO A10-01a.- Transecto 01-23, puntos del 01 al 08.

Factor de cielo visible	T:01-23			
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
Malecón Simón Bolívar	1	0,632		visibilidad media
Pichincha/Panamá	2	0,409		poca visibilidad
Pedro Carbo	3	0,57		poca visibilidad
Córdova	4	0,442		poca visibilidad
Chile	5	0,358		poca visibilidad
Chimborazo/Baquerizo	6	0,465		poca visibilidad
Escobedo	7	0,577		poca visibilidad
Boyacá	8	0,556		poca visibilidad

**ANEXO A10:** Factor de cielo visible.**CUADRO A10-01b.-** Transecto 01-23, puntos del 09 al 16.

Factor de cielo visible		T:01-23		
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
García avilés	9	0,538		poca visibilidad
Rumichaca	10	0,624		visibilidad media
Lorenzo de Garaycoa	11	0,793		visibilidad media
Pedro moncayo	12	0,76		visibilidad media
Quito	13	0,66		visibilidad media
Machala	14	0,801		visibilidad elevada
Anterpara	15	0,697		visibilidad media
García Moreno	16	0,591		poca visibilidad

**ANEXO A10:** Factor de cielo visible.**CUADRO A10-01c.-** Transecto 01-23, puntos del 17 al 23.

Factor de cielo visible	T:01-23			
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
Del ejército	17	0,656		visibilidad media
José Mascote	18	0,76		visibilidad media
Esmeraldas	19	0,649		visibilidad media
Los Ríos	20	0,617		visibilidad media
Tulcán	21	0,81		visibilidad elevada
Carchi	22	0,766		visibilidad media
Tungurahua	23	0,735		visibilidad media

$\overline{SVF}_{T:01-23}$	0,629
----------------------------	-------

**ANEXO A10:** Factor de cielo visible.**CUADRO A10-02.-** Transecto 24-29.

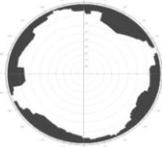
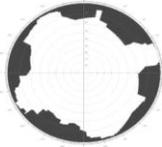
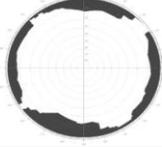
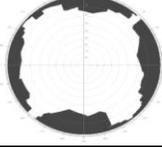
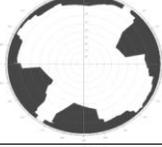
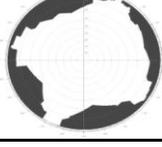
Factor de cielo visible		T:24-29		
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
Gral. José Antonio Pae	24	0,931		máxima visibilidad
Carabobo	25	0,932		máxima visibilidad
Gral. Daniel Florencio	26	0,886		visibilidad elevada
Atanasio Girardot	27	0,903		máxima visibilidad
Antonio Ricaurte	28	0,928		máxima visibilidad
Del Libertador	29	0,926		máxima visibilidad

$\overline{SVF}_{T:24-29}$	0,918
----------------------------	-------

**ANEXO A10:** Factor de cielo visible.**CUADRO A10-03a.-** Transecto 30-41. Puntos del 30 al 35.

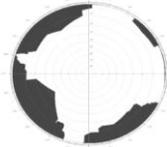
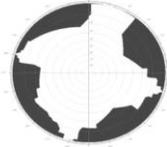
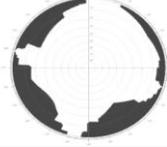
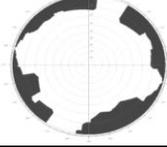
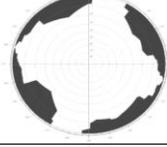
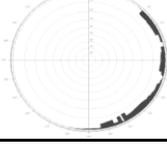
Factor de cielo visible	T :30-41			
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
Dr. Fortunato Safadi Er	30	0,9		máxima visibilidad
Laboratorio Arnaldo Ru	31	0,901		máxima visibilidad
Puente de urdesa	32	0,974		máxima visibilidad
Dr. Otto Arosemena Gó	33	0,898		visibilidad elevada
Del Rotarismo	34	0,918		máxima visibilidad
Las monjas	35	0,887		visibilidad elevada

**ANEXO A10:** Factor de cielo visible.**CUADRO A10-03b.-** Transecto 30-41. Puntos del 36 al 41.

Factor de cielo visible		$T_{:30-41}$		
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
Ficus	36	0,928		máxima visibilidad
Guayacanes	37	0,891		visibilidad elevada
Higueras	38	0,932		máxima visibilidad
llanes	39	0,895		visibilidad elevada
Jiguas	40	0,833		visibilidad elevada
Laureles	41	0,927		máxima visibilidad

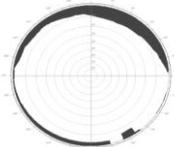
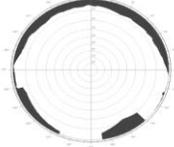
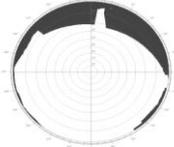
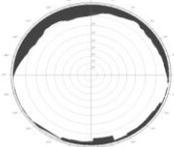
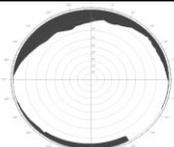
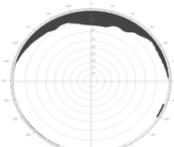
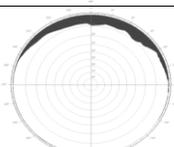
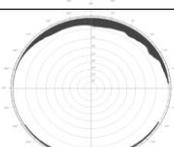
$\overline{SVF}_{T:30-41}$	0,907
----------------------------	-------

**ANEXO A10:** Factor de cielo visible.**CUADRO A10-04.-** Transecto 42-47.

Factor de cielo visible		T :42-47		
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
Av. 25 de Julio	42	0,877		visibilidad elevada
Lizardo García Sorroza	43	0,828		visibilidad elevada
Federico Goding	44	0,88		visibilidad elevada
Roberto Leví Hoffman	45	0,896		visibilidad elevada
Assad Bucaram Elmalir	46	0,897		visibilidad elevada
Vicente Ramón Roca	47	0,973		máxima visibilidad

$\overline{SVF}_{T:42-47}$	0,892
----------------------------	-------

**ANEXO A10:** Factor de cielo visible.**CUADRO A10-05a.-** Transecto 48-63. Puntos del 48 al 55.

Factor de cielo visible		T:48-63		
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
km10	48	0,9590		máxima visibilidad
km11	49	0,9580		máxima visibilidad
km12	50	0,9140		máxima visibilidad
km13	51	0,9580		máxima visibilidad
km14	52	0,9500		máxima visibilidad
km15	53	0,9600		máxima visibilidad
km16	54	0,9670		máxima visibilidad
km17	55	0,9700		máxima visibilidad



ANEXO A10: Factor de cielo visible.

CUADRO A10-05b.- Transecto 48-63. Puntos del 56 al 63.

Factor de cielo visible		T _{:48-63}		
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
km18	56	0,9730		máxima visibilidad
km19	57	0,9750		máxima visibilidad
km20	58	0,9760		máxima visibilidad
km21	59	0,9670		máxima visibilidad
km22	60	0,9770		máxima visibilidad
km23	61	0,9780		máxima visibilidad
km24	62	0,9780		máxima visibilidad
km26	63	0,9780		máxima visibilidad
SVF_{T:48-63}			0,973	

ANEXO A11: Temperaturas (Explicación de procedimientos)

El proceso para la determinación de los datos en el **anexoA11** es complejo, pero necesario, por tanto se prefirió dividirlo en tres partes: “a”, “b” y “c”.

El **anexoA11a** contiene los registros horarios de datos meteorológicos de la estación fija del antiguo aeropuerto Simón Bolívar que son de libre acceso a través del internet.

El **anexoA11b** contiene los datos de campo tomados por la estación móvil para cada punto de muestra a lo largo de los transectos en diferentes momentos, nótese la sucesión espacio-tiempo de los recorridos.

Se explicó en la descripción metodológica (**diseño de la investigación**) que los datos térmicos tomados por una estación móvil serán fidedignos siempre que la distancia temporal entre la primera y la última muestra no exceda los treinta minutos. Al no existir coincidencia en los instantes de toma de temperaturas entre las estaciones de esta investigación y haber realizado recorridos que duran más del tiempo límite, primero se organizó los registros de campo en lapsos temporales de 30 minutos y después se desagregó por interpolación los datos de la estación fija también en lapsos de 30 minutos, las casillas en amarillo de todos los cuadros del **anexoA11b** indican los resultados de tales operaciones.

El **anexoA11c** indica el perfil térmico instantáneo para cada muestra, éste proviene de la diferencia de cada temperatura registrada en el **anexoA11b** con el dato interpolado que le corresponde según el rango horario en el que se encuentre.

Progresivamente, todas las partes de este anexo alimentan al **anexoA12** que promedia todos los perfiles térmicos instantáneos de cada punto muestreado para obtener el perfil térmico actual.


ANEXO A11a: Registro de temperaturas de la estación fija.¹⁴⁶

Datos meteorológicos del tiempo reportados en Guayaquil / Simón Bolívar durante las últimas 24 horas. (SEGU 842030)					
Fecha / Hora	Temp.	Condiciones	Viento	Presión	Hum.
03-10-2010 17:00 GMT -6	28°C	Mayormente cubierto	(SSE) 17 Km/h	1009mb.	55%
03-10-2010 18:00 GMT -6	26°C	Mayormente cubierto	(SSE) 19 Km/h	1010mb.	61%
03-10-2010 19:00 GMT -6	25°C	Parcialmente cubierto	(SSE) 20 Km/h	1012mb.	61%
03-10-2010 20:00 GMT -6	24°C	Parcialmente cubierto	(SW) 30 Km/h	1012mb.	61%
05-10-2010 18:00 GMT -6	25°C	Parcialmente cubierto	(SSE) 22 Km/h	1011mb.	65%
05-10-2010 19:00 GMT -6	23°C	Nubes dispersas	(SSE) 24 Km/h	1012mb.	69%
05-10-2010 20:00 GMT -6	22°C	Nubes dispersas	(SW) 20 Km/h	1013mb.	69%
05-10-2010 21:00 GMT -6	21°C	Nubes dispersas	(SW) 19 Km/h	1014mb.	78%
07-10-2010 18:00 GMT -6	24°C	Parcialmente cubierto	(SSE) 19 Km/h	1011mb.	69%
07-10-2010 19:00 GMT -6	23°C	Despejado	(SW) 24 Km/h	1012mb.	69%
07-10-2010 20:00 GMT -6	22°C	Despejado	(SW) 24 Km/h	1013mb.	73%
07-10-2010 21:00 GMT -6	22°C	Parcialmente cubierto	(SW) 24 Km/h	1014mb.	73%
09-10-2010 19:00 GMT -6	25°C	Despejado	(SW) 20 Km/h	1012mb.	61%
09-10-2010 20:00 GMT -6	24°C	Parcialmente cubierto	(SW) 24 Km/h	1012mb.	65%
09-10-2010 21:00 GMT -6	23°C	Parcialmente cubierto	(SW) 26 Km/h	1013mb.	69%
10-10-2010 18:00 GMT -6	27°C	Nubes dispersas	(S) 20 Km/h	1009mb.	58%
10-10-2010 19:00 GMT -6	26°C	Parcialmente cubierto	(SW) 24 Km/h	1010mb.	58%
10-10-2010-20:00 GMT -6	25°C				61%
10-10-2010-21:00 GMT -6	23°C				69%
11-10-2010-18:00 GMT -6	26°C				61%
11-10-2010-19:00 GMT -6	25°C				61%
11-10-2010-20:00 GMT -6	24°C				61%
11-10-2010-21:00 GMT -6	24°C				65%
12-10-2010-18:00 GMT -6	27°C				58%
12-10-2010-19:00 GMT -6	26°C				58%
12-10-2010-20:00 GMT -6	24°C				65%
12-10-2010-21:00 GMT -6	24°C				61%

¹⁴⁶ www.tutiempo.net


ANEXO A11a: Registro de temperaturas de la estación fija.¹⁴⁷

Datos meteorológicos del tiempo reportados en Guayaquil / Simón Bolívar durante las últimas 24 horas. (SEGU 842030)					
Fecha / Hora	Temp.	Condiciones	Viento	Presión	Hum.
26-10-2010 18:00 GMT -6	25°C	Nubes dispersas	(SSE) 20 Km/h	1010mb.	65%
26-10-2010 19:00 GMT -6	23°C	Nubes dispersas	(SW) 22 Km/h	1011mb.	69%
26-10-2010 20:00 GMT -6	22°C	Nubes dispersas	(SW) 22 Km/h	1012mb.	69%
26-10-2010 21:00 GMT -6	21°C	Nubes dispersas	(SW) 24 Km/h	1013mb.	73%
26-10-2010 22:00 GMT -6	22°C	Nubes dispersas	(SW) 19 Km/h	1013mb.	69%
26-10-2010 23:00 GMT -6	22°C	Mayormente cubierto	(SW) 15 Km/h	1012mb.	69%
27-10-2010 18:00 GMT -6	23°C	Cielos cubiertos	(SW) 24 Km/h	1012mb.	69%
27-10-2010 19:00 GMT -6	22°C	Mayormente cubierto	(SW) 19 Km/h	1013mb.	69%
27-10-2010 20:00 GMT -6	22°C	Mayormente cubierto	(SW) 24 Km/h	1014mb.	69%
27-10-2010 21:00 GMT -6	21°C	Mayormente cubierto	(SW) 19 Km/h	1014mb.	78%
27-10-2010 22:00 GMT -6	21°C	Mayormente cubierto	(SW) 22 Km/h	1014mb.	73%
27-10-2010 23:00 GMT -6	21°C	Mayormente cubierto	(SW) 22 Km/h	1014mb.	73%
04-11-2010 18:00 GMT -6	25°C	Parcialmente cubierto	(S) 11 Km/h	1011mb.	61%
04-11-2010 19:00 GMT -6	23°C	Parcialmente cubierto	(SW) 22 Km/h	1012mb.	65%
04-11-2010 20:00 GMT -6	21°C	Parcialmente cubierto	(SW) 26 Km/h	1013mb.	73%
04-11-2010 21:00 GMT -6	20°C	Parcialmente cubierto	(SW) 19 Km/h	1014mb.	73%
04-11-2010 22:00 GMT -6	20°C	Nubes dispersas	(SW) 22 Km/h	1014mb.	78%
04-11-2010 23:00 GMT -6	20°C	Nubes dispersas	(SW) 22 Km/h	1014mb.	73%
05-11-2010 17:00 GMT -6	26°C	Mayormente cubierto	(S) 9 Km/h	1011mb.	58%
05-11-2010 18:00 GMT -6	23°C	Nubes dispersas	(SSE) 20 Km/h	1012mb.	69%
08-11-2010 18:00 GMT -6	25°C	Nubes dispersas	(S) 22 Km/h	1010mb.	65%
08-11-2010 19:00 GMT -6	23°C	Despejado	(SW) 26 Km/h	1011mb.	65%
08-11-2010 20:00 GMT -6	22°C	Despejado	(SW) 28 Km/h	1012mb.	64%
08-11-2010 21:00 GMT -6	22°C	Despejado	(SW) 22 Km/h	1012mb.	69%
08-11-2010 22:00 GMT -6	21°C	Despejado	(SW) 22 Km/h	1012mb.	73%
08-11-2010 23:00 GMT -6	21°C	Parcialmente cubierto	(SW) 22 Km/h	1012mb.	73%

¹⁴⁷ www.tutiempo.net


ANEXO A11a: Registro de temperaturas de la estación fija.¹⁴⁸

Datos meteorológicos del tiempo reportados en Guayaquil / Simón Bolívar durante las últimas 24 horas. (SEGU 842030)					
Fecha / Hora	Temp.	Condiciones	Viento	Presión	Hum.
09-11-2010 18:00 GMT -6	25°C	Parcialmente cubierto	(SSE) 20 Km/h	1009mb.	61%
09-11-2010 19:00 GMT -6	24°C	Despejado	(SSE) 20 Km/h	1010mb.	65%
09-11-2010 20:00 GMT -6	23°C	Despejado	(SW) 20 Km/h	1011mb.	69%
09-11-2010 21:00 GMT -6	22°C	Despejado	(SW) 20 Km/h	1012mb.	73%
09-11-2010 22:00 GMT -6	22°C	Despejado	(SW) 17 Km/h	1012mb.	73%
09-11-2010 23:00 GMT -6	21°C	Nubes dispersas	(SW) 17 Km/h	1012mb.	78%
10-11-2010 18:00 GMT -6	25°C	Parcialmente cubierto	(S) 20 Km/h	1010mb.	65%
10-11-2010 19:00 GMT -6	24°C	Nubes dispersas	(SW) 26 Km/h	1012mb.	61%
10-11-2010 20:00 GMT -6	23°C	Parcialmente cubierto	(SW) 26 Km/h	1012mb.	65%
10-11-2010 21:00 GMT -6	22°C	Parcialmente cubierto	(SW) 24 Km/h	1013mb.	69%
10-11-2010 22:00 GMT -6	22°C	Mayormente cubierto	(SW) 20 Km/h	1013mb.	69%
10-11-2010 23:00 GMT -6	21°C	Mayormente cubierto	(SW) 17 Km/h	1013mb.	73%
11-11-2010 18:00 GMT -6	26°C	Mayormente cubierto	(SSE) 22 Km/h	1012mb.	61%
11-11-2010 19:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(SW) 20 Km/h	1013mb.	61%
11-11-2010 19:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(SW) 20 Km/h	1013mb.	61%
11-11-2010 20:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(SW) 22 Km/h	1014mb.	65%
11-11-2010 20:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(SW) 22 Km/h	1014mb.	65%
11-11-2010 21:00 GMT -6	23°C	Mayormente cubierto	(SW) 22 Km/h	1014mb.	69%
11-11-2010 22:00 GMT -6	23°C	Mayormente cubierto	(SW) 19 Km/h	1014mb.	69%
11-11-2010 23:00 GMT -6	23°C	Mayormente cubierto	(SW) 20 Km/h	1014mb.	69%
12-11-2010 17:00 GMT -6	25°C	Llovizna	(SSE) 7 Km/h	1012mb.	69%
12-11-2010 18:00 GMT -6	24°C	Lluvia ligera	(SSE) 6 Km/h	1013mb.	78%
12-11-2010 19:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(S) 13 Km/h	1014mb.	74%
12-11-2010 21:00 GMT -6	22°C	Lluvia ligera	(SSE) 17 Km/h	1015mb.	78%
12-11-2010 22:00 GMT -6	22°C	Mayormente cubierto	(SW) 19 Km/h	1015mb.	78%
12-11-2010 23:00 GMT -6	22°C	Llovizna	(SW) 9 Km/h	1015mb.	78%

¹⁴⁸ www.tutiuempo.net


ANEXO A11a: Registro de temperaturas de la estación fija.¹⁴⁹

Datos meteorológicos del tiempo reportados en Guayaquil / Simón Bolívar durante las últimas 24 horas. (SEGU 842030)					
Fecha / Hora	Temp.	Condiciones	Viento	Presión	Hum.
13-11-2010 18:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	Calmado	1011mb.	74%
13-11-2010 19:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(VRB) 2 Km/h	1012mb.	69%
13-11-2010 20:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(VRB) 4 Km/h	1013mb.	74%
13-11-2010 21:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(S) 9 Km/h	1014mb.	74%
13-11-2010 22:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(SSE) 15 Km/h	1014mb.	69%
13-11-2010 23:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(SW) 15 Km/h	1013mb.	69%
14-11-2010 17:00 GMT -6	27°C	Mayormente cubierto	(S) 13 Km/h	1010mb.	62%
14-11-2010 18:00 GMT -6	26°C	Mayormente cubierto	(SSE) 17 Km/h	1011mb.	70%
14-11-2010 19:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(SSE) 19 Km/h	1012mb.	69%
14-11-2010 20:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(SW) 19 Km/h	1013mb.	69%
15-11-2010 17:00 GMT -6	26°C	Mayormente cubierto	(NE) 4 Km/h	1010mb.	61%
15-11-2010 18:00 GMT -6	26°C	Mayormente cubierto	(NE) 6 Km/h	1011mb.	65%
15-11-2010 19:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(VRB) 6 Km/h	1013mb.	69%
15-11-2010 20:00 GMT -6	24°C	Lluvia ligera	(SW) 22 Km/h	1014mb.	78%
15-11-2010 21:00 GMT -6	23°C	Llovizna	(SW) 19 Km/h	1015mb.	78%
15-11-2010 22:00 GMT -6	22°C	Mayormente cubierto	(SSE) 17 Km/h	1015mb.	83%
15-11-2010 23:00 GMT -6	23°C	Mayormente cubierto	(SW) 11 Km/h	1015mb.	78%
18-11-2010 18:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(SW) 30 Km/h	1011mb.	61%
18-11-2010 19:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(SSW) 13 Km/h	1012mb.	65%
18-11-2010 20:00 GMT -6	23°C	Mayormente cubierto	(SW) 19 Km/h	1013mb.	69%
18-11-2010 21:00 GMT -6	23°C	Mayormente cubierto	(SW) 26 Km/h	1013mb.	69%
18-11-2010 22:00 GMT -6	22°C	Mayormente cubierto	(SW) 24 Km/h	1013mb.	69%
19-11-2010 18:00 GMT -6	25°C	Mayormente cubierto	(SW) 20 Km/h	1011mb.	65%
19-11-2010 19:00 GMT -6	24°C	Cielos cubiertos	(SW) 19 Km/h	1012mb.	65%
19-11-2010 20:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(SW) 9 Km/h	1013mb.	65%
19-11-2010 21:00 GMT -6	24°C	Mayormente cubierto	(SSE) 15 Km/h	1014mb.	65%
19-11-2010 22:00 GMT -6	23°C	Mayormente cubierto	(SW) 17 Km/h	1014mb.	69%

¹⁴⁹ www.tutiempo.net


ANEXO A11a: Registro de temperaturas de la estación fija.¹⁵⁰

Datos meteorológicos del tiempo reportados en Guayaquil / Simón Bolívar durante las últimas 24 horas. (SEGU 842030)					
Fecha / Hora	Temp.	Condiciones	Viento	Presión	Hum.
20-11-2010 18:00 GMT -6	25°C	Nubes dispersas	(SSE) 11 Km/h	1010mb.	65%
20-11-2010 19:00 GMT -6	25°C	Nubes dispersas	(S) 11 Km/h	1011mb.	69%
20-11-2010 20:00 GMT -6	24°C	Nubes dispersas	(SW) 20 Km/h	1013mb.	69%
20-11-2010 21:00 GMT -6	23°C	Nubes dispersas	(SW) 22 Km/h	1013mb.	73%
20-11-2010 22:00 GMT -6	22°C	Nubes dispersas	(SW) 17 Km/h	1013mb.	78%
27-12-2010 18:00 GMT -6	27°C	Chaparrón próximo	(NNE) 4 Km/h	1010mb.	66%
27-12-2010 19:00 GMT -6	26°C	Lluvia ligera	(W) 11 Km/h	1011mb.	70%
27-12-2010 19:10 GMT -6	25°C	Lluvia	(SSW) 13 Km/h	1011mb.	74%
27-12-2010 20:00 GMT -6	25°C	Lluvia ligera	(S) 6 Km/h	1012mb.	79%
27-12-2010 21:00 GMT -6	24°C	Lluvia ligera	(SW) 11 Km/h	1013mb.	78%

¹⁵⁰ www.tutiempo.net



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-01.- Transectos T:42-47 y T:48-63.

INTERSECCIÓN	Punto	Estación móvil				Punto	Estación móvil				Punto	Estación móvil			
		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]
domingo, 3 de octubre de 2010															
Av. 25 de Julio	42	17:57	29,80	69,00	4,10	42	17:57	29,80	69,00	4,10	42	17:57	29,80	69,00	4,10
Lizardo García Sorroza	43	18:00	31,10	62,00	5,40	43	18:00	31,10	62,00	5,40	43	18:00	31,10	62,00	5,40
Federico Goding	44	18:03	30,80	61,00	5,10	44	18:03	30,80	61,00	5,10	44	18:03	30,80	61,00	5,10
Roberto Levi Hoffman	45	18:06	30,80	62,00	5,10	45	18:06	30,80	62,00	5,10	45	18:06	30,80	62,00	5,10
Assad Bucaram Elmalín	46	18:09	30,90	59,00	5,20	46	18:09	30,90	59,00	5,20	46	18:09	30,90	59,00	5,20
Vicente Ramón Roca	47	18:11	34,00	58,00	8,30	47	18:11	34,00	58,00	8,30	47	18:11	34,00	58,00	8,30
km10	48	18:17	30,80	60,00	5,50	48	18:17	30,80	60,00	5,50	48	18:17	30,80	60,00	5,50
km11	49	18:19	30,80	60,00	5,50	49	18:19	30,80	60,00	5,50	49	18:19	30,80	60,00	5,50
km12	50	18:21	30,80	60,00	5,50	50	18:21	30,80	60,00	5,50	50	18:21	30,80	60,00	5,50
km13	51	18:22	30,70	59,00	5,40	51	18:22	30,70	59,00	5,40	51	18:22	30,70	59,00	5,40
km14	52	18:23	30,70	60,00	5,40	52	18:23	30,70	60,00	5,40	52	18:23	30,70	60,00	5,40
km15	53	18:25	30,60	62,00	5,30	53	18:25	30,60	62,00	5,30	53	18:25	30,60	62,00	5,30
km16	54	18:28	30,20	63,00	4,90	54	18:28	30,20	63,00	4,90	54	18:28	30,20	63,00	4,90
km17	55	18:29	30,10	63,00	4,80	55	18:29	30,10	63,00	4,80	55	18:29	30,10	63,00	4,80
km18	56	18:31	30,30	65,00	5,00	56	18:31	30,30	65,00	5,00	56	18:31	30,30	65,00	5,00
km19	57	18:33	30,80	57,00	5,50	57	18:33	30,80	57,00	5,50	57	18:33	30,80	57,00	5,50
km20	58	18:34	30,70	59,00	5,40	58	18:34	30,70	59,00	5,40	58	18:34	30,70	59,00	5,40
km21	59	18:37	30,40	58,00	5,10	59	18:37	30,40	58,00	5,10	59	18:37	30,40	58,00	5,10
km22	60	18:39	30,20	58,00	4,90	60	18:39	30,20	58,00	4,90	60	18:39	30,20	58,00	4,90
km23	61	18:41	30,20	60,00	4,90	61	18:41	30,20	60,00	4,90	61	18:41	30,20	60,00	4,90
km24	62	18:43	30,00	59,00	4,70	62	18:43	30,00	59,00	4,70	62	18:43	30,00	59,00	4,70
km26	63	18:46	29,60	59,00	4,30	63	18:46	29,60	59,00	4,30	63	18:46	29,60	59,00	4,30
18:30 - 19:00															
25,70															
18:00 - 18:30															
24,30															
19:30 - 20:00															
24,70															
19:00 - 19:30															



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-02.- Transectos T:42-47 y T:48-63.

		Estación móvil				Estación móvil			
		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]
martes, 5 de octubre de 2010		23,50				21,70			
INTERSECCIÓN	Punto	18:30 - 19:00				20:00 - 20:30			
Av. 25 de Julio	42	18:30	27,80	65,00	4,30	20:15	27,60	62,00	5,90
Lizardo García Sorroza	43	18:32	28,10	68,00	4,60	20:13	27,70	63,00	6,00
Federico Goding	44	18:36	28,40	68,00	4,90	20:09	27,50	65,00	5,80
Roberto Levi Hoffman	45	18:40	28,80	68,00	5,30	20:06	27,50	63,00	5,80
Assad Bucaram Elmalín	46	18:44	29,20	67,00	5,70	20:04	27,70	62,00	6,00
Vicente Ramón Roca	47	18:48	29,80	66,00	6,30	19:59	29,00	61,00	7,30
		22,70				22,30			
km10	48	18:55	29,40	64,00	6,70	19:54	27,40	65,00	5,10
km11	49	18:58	29,60	63,00	6,90	19:51	27,40	65,00	5,10
km12	50	18:59	29,50	63,00	6,80	19:50	27,60	64,00	5,30
km13	51	19:00	28,40	62,00	5,70	19:49	27,90	64,00	5,60
km14	52	19:02	29,50	62,00	6,80	19:47	28,10	66,00	5,80
km15	53	19:03	29,30	63,00	6,60	19:45	28,10	65,00	5,80
km16	54	19:06	28,80	62,00	6,10	19:43	28,10	65,00	5,80
km17	55	19:08	28,50	62,00	5,80	19:42	28,20	63,00	5,90
km18	56	19:09	28,40	63,00	5,70	19:40	28,40	63,00	6,10
km19	57	19:11	28,80	62,00	6,10	19:39	28,60	65,00	6,30
km20	58	19:12	28,70	61,00	6,00	19:37	28,40	65,00	6,10
km21	59	19:15	28,10	62,00	5,40	19:35	28,20	63,00	5,90
km22	60	19:16	27,80	63,00	5,10	19:34	28,00	63,00	5,70
km23	61	19:18	27,60	63,00	4,90	19:34	28,00	63,00	5,70
km24	62	19:21	27,50	63,00	4,80	19:30	27,90	61,00	5,60
km26	63	19:23	27,60	66,00	4,90				
		19:00 - 19:30				19:30 - 20:00			



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-03.- Transectos T:42-47 y T:48-63.

INTERSECCIÓN		Punto	Estación móvil				Estación móvil				22,00
			HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	
Av. 25 de Julio		42	18:52	28,40	62,00	5,70	20:56	27,00	67,00	5,00	20:30 - 21:00
Lizardo García Sorroza		43	18:55	27,90	65,00	5,20	20:53	27,20	66,00	5,20	
Federico Goding		44	18:58	27,90	65,00	5,20	20:50	27,20	68,00	5,20	
Roberto Levi Hoffman		45	19:04	27,80	68,00	5,10	20:48	27,10	66,00	5,10	
Assad Bucaram Elmalín		46	19:10	28,10	69,00	5,40	20:46	26,90	67,00	4,90	
Vicente Ramón Roca		47	19:14	28,00	69,00	5,30	20:41	27,00	80,00	5,00	
km10		48	19:21	27,40	72,00	5,10	20:35	26,60	68,00	4,60	20:00 - 20:30
km11		49	19:24	27,90	65,00	5,60	20:31	26,60	68,00	4,60	
km12		50	19:26	27,90	65,00	5,60	20:29	26,70	68,00	4,70	
km13		51	19:27	27,80	66,00	5,50	20:27	25,50	68,00	3,50	
km14		52	19:30	27,90	65,00	5,60	20:25	26,60	67,00	4,60	
km15		53	19:32	27,90	65,00	5,60	20:23	26,70	66,00	4,70	
km16		54	19:35	27,80	65,00	5,50	20:19	26,70	66,00	4,70	
km17		55	19:38	27,10	64,00	4,80	20:18	26,70	66,00	4,70	
km18		56	19:40	27,00	65,00	4,70	20:16	26,60	67,00	4,60	
km19		57	19:42	27,00	66,00	4,70	20:14	26,40	68,00	4,40	
km20		58	19:43	27,00	66,00	4,70	20:11	26,60	66,00	4,60	
km21		59	19:45	27,00	66,00	4,70	20:09	26,70	66,00	4,70	
km22		60	19:47	27,10	66,00	4,80	20:07	26,80	66,00	4,80	
km23		61	19:50	27,00	66,00	4,70	20:05	26,90	65,00	4,90	
km24		62	19:52	26,70	66,00	4,40	20:02	26,80	66,00	4,80	
km26		63	19:56	26,70	66,00	4,40					
											22,30
											19:30 - 20:00



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-04.- Transectos T:42-47 y T:48-63.

INTERSECCIÓN		Punto	Estación móvil				Estación móvil				24,00
			HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	
Av. 25 de Julio		42	18:40	28,90	63,00	2,90	20:36	29,00	58,00	5,00	20:00 - 20:30
Lizardo García Sorroza		43	18:42	29,00	66,00	3,00	20:33	28,80	61,00	4,80	
Federico Goding		44	18:47	29,40	66,00	3,40	20:30	28,80	59,00	4,80	
Roberto Levi Hoffman		45	18:51	29,80	62,00	3,80	20:27	28,80	61,00	4,80	
Assad Bucaram Elmalín		46	18:54	30,10	63,00	4,10	20:23	28,70	61,00	4,70	
Vicente Ramón Roca		47	18:59	30,40	63,00	4,40	20:21	27,00	62,00	3,00	
km10		48	19:05	30,20	59,00	6,20	20:16	28,80	62,00	3,80	19:30 - 20:00
km11		49	19:09	30,20	59,00	6,20	20:13	28,80	62,00	3,80	
km12		50	19:11	29,80	60,00	5,80	20:12	28,80	63,00	3,80	
km13		51	19:12	29,60	61,00	5,60	20:10	28,70	62,00	3,70	
km14		52	19:15	29,60	61,00	5,60	20:09	28,80	62,00	3,80	
km15		53	19:16	29,60	60,00	5,60	20:06	28,80	61,00	3,80	
km16		54	19:18	29,40	60,00	5,40	20:05	28,80	62,00	3,80	
km17		55	19:22	29,30	60,00	5,30	20:02	28,80	62,00	3,80	
km18		56	19:24	29,30	60,00	5,30	20:00	28,70	62,00	3,70	
km19		57	19:26	29,20	60,00	5,20	19:58	28,70	62,00	3,70	
km20		58	19:28	29,20	61,00	5,20	19:57	28,80	61,00	3,80	
km21		59	19:30	29,20	61,00	5,20	19:55	28,80	61,00	3,80	
km22		60	19:33	29,10	63,00	5,10	19:53	28,80	61,00	3,80	
km23		61	19:35	29,20	60,00	5,20	19:51	28,90	61,00	3,90	
km24		62	19:37	29,10	60,00	5,10	19:48	29,00	60,00	4,00	
km26		63	19:41	29,20	60,00	5,20					

**ANEXO A11b:** Registro de temperaturas de la estación móvil.**CUADRO A11b-05.-** Transectos T:42-47 y T:48-63.

jueves, 14 de octubre de 2010		Estación móvil				Estación móvil			
INTERSECCIÓN	Punto	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]
Av. 25 de Julio	42	-	-	-	-	20:44	27,40	64,00	2,70
Lizardo García Sorroza	43	19:00	28,00	55,00	3,10	20:40	27,40	63,00	2,70
Federico Goding	44	19:07	28,00	58,00	3,10	20:53	27,50	64,00	2,80
Roberto Levi Hoffman	45	19:13	28,80	60,00	3,90	20:55	27,60	64,00	2,90
Assad Bucaram Elmalín	46	19:16	28,70	59,00	3,80	20:50	27,40	64,00	2,70
Vicente Ramón Roca	47	19:19	28,60	60,00	3,70	20:47	27,90	62,00	3,20
km10	48	19:25	28,70	60,00	4,40	20:36	27,60	63,00	3,90
km11	49	19:28	28,70	59,00	4,40	20:34	27,50	64,00	3,80
km12	50	19:29	28,60	60,00	4,30	20:32	27,50	65,00	3,80
km13	51	19:31	28,40	60,00	4,10	20:31	27,50	63,00	3,80
km14	52	19:33	28,20	61,00	3,90	20:25	27,90	62,00	4,20
km15	53	19:35	28,30	61,00	4,00	20:23	27,90	62,00	4,20
km16	54	19:38	28,40	60,00	4,10	20:19	27,90	61,00	4,20
km17	55	19:39	28,40	61,00	4,10	20:17	27,80	62,00	4,10
km18	56	19:41	28,30	60,00	4,00	20:16	27,60	62,00	3,90
km19	57	10:45	28,20	60,00	3,90	20:14	27,70	62,00	4,00
km20	58	19:47	28,10	61,00	3,80	20:13	27,80	61,00	4,10
km21	59	19:49	28,20	60,00	3,90	20:11	27,80	62,00	4,10
km22	60	19:50	28,30	61,00	4,00	20:09	27,90	61,00	4,20
km23	61	19:52	28,40	62,00	4,10	20:08	27,80	62,00	4,10
km24	62	19:55	28,40	61,00	4,10	20:04	27,40	64,00	3,70
km26	63	19:58	28,40	62,00	4,10				
		19:00 - 19:30				20:00 - 20:30			
		24,90				23,70			



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-06.- Transecto T:01-23.

viernes, 26 de octubre de 2010		Punto	Estación móvil			21,30	
INTERSECCIÓN	HORA		T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]		
Tungurahua		23				20:30 - 21:00	
Carchi		22					
Tulcán		21					
Los Ríos		20					
Esmeraldas		19					
José Mascote		18					
Del ejército		17					
García Moreno		16					
Anterpara		15					
Machala		14					
Quito		13	20:46	25,40	4,10		
Pedro moncayo		12					
							21,30
Lorenzo de Garaycoa		11	20:48	25,20	3,90		20:30 - 21:00
Rumichaca		10	20:48	24,90	3,60		
García avilés		09	20:49	24,50	3,20		
Boyacá		08	20:50	24,00	2,70		
Escobedo		07	20:52	24,00	2,70		
Chimborazo/Baquerizo Moreno		06	20:53	24,00	2,70		
Chile		05					
Córdova		04					
Pedro Carbo		03					
Pichincha/Panamá		02	20:54	23,80	2,50		
Malecón Simón Bolívar		01	20:55	23,2	1,90		



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-07b.- Transecto T:01-23.

sábado, 27 de octubre de 2010		Punto	Estación móvil		
INTERSECCIÓN	HORA		T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]
		23			
Tungurahua		22			
Carchi		21			
Tulcán		20			
Los Ríos		19			
Esmeraldas		18			
José Mascote		17			
Delejército		16			
García Moreno		15			
Anterpara		14			
Machala		13			
Quito		12			
Pedro moncayo					21,00
		11			
Lorenzo de Garaycoa		10			
Rumichaca		09			
García avilés		08			
Boyacá		07			
Escobedo		06			
Chimborazo/Baquerizo Moreno		05			
Chile		04	21:59	27,60	64,00
Córdova		03	22:00	27,50	64,00
Pedro Carbo		02	22:02	27,40	69,00
Pichincha/Panamá		01	22:05	28	67
Malecón Simón Bolívar					7,00

22:00 - 22:30



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-09.- Transecto T:01-23.

INTERSECCIÓN	Punto	Estación móvil			22,00
		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%] δT [°C]	
Tungurahua	23				20:00 - 20:30
Carchi	22				
Tulcán	21				
Los Ríos	20	20:22	24,50	2,50	
Esmeraldas	19				
José Mascote	18				
Del ejército	17	20:23	24,90	2,90	
García Moreno	16				
Anterpara	15				
Machala	14				
Quito	13				
Pedro moncayo	12	20:26	24,70	2,70	
					22,00
Lorenzo de Garaycoa	11	20:28	24,30	2,30	20:00 - 20:30
Rumichaca	10	20:30	24,50	2,50	
García avilés	09	20:30	24,10	2,10	
Boyacá	08	20:31	24,40	2,40	
Escobedo	07				
Chimborazo/Baquerizo Moreno	06	20:33	24,80	2,80	
Chile	05	20:34	24,80	2,80	
Córdova	04				
Pedro Carbo	03				
Pichincha/Panamá	02	20:36	24,00	2,00	
Malecón Simón Bolívar	01	20:38	24,2	2,20	



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO

A11b-10.-

Transecto

T:01-23.

INTERSECCIÓN	Punto	Estación móvil			HORA	Estación móvil			
		T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]		T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	
martes, 9 de noviembre de 2010									
24,00									
19:30 - 20:00									
24,00									
20:00 - 20:30									
Tungurahua	23	19:22	27,70	65,00	3,70				
Carchi	22								
Tulcán	21								
Los Ríos	20	19:23	27,80	67,00	3,80				
Esmeraldas	19								
José Mascote	18	19:25	28,00	68,00	4,00				
Delejeirito	17								
García Moreno	16								
Anterpara	15	19:26	28,10	67,00	4,10				
Machala	14								
Quito	13	19:27	28,20	67,00	4,20				
Pedro moncayo	12								
22,00									
20:00 - 20:30									
Lorenzo de Garaycoa	11	19:30	28,30	66,00	4,30				
Rumichaca	10	19:31	28,30	67,00	4,30				
García avilés	09	19:32	28,20	67,00	4,20				
Boyacá	08	19:34	28,20	67,00	4,20				
Escobedo	07								
Chimborazo/Baquerizo Moreno	06	19:35	28,40	66,00	4,40				
Chile	05								
Córdova	04	19:37	28,30	66,00	4,30				
Pedro Carbo	03								
Pichincha/Panamá	02	19:38	28,20	67,00	4,20				
Malecón Simón Bolívar	01	19:40	28,1	67	4,10				



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO

A11b-13.-

Transectos

T:01-23.

INTERSECCIÓN	Punto	Estación móvil			22,00	20:00 - 20:30	22,00	20:00 - 20:30	Estación móvil			22,00	21:00 - 21:30
		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]					ΔT [°C]	HORA	T.S. [°C]			H.R. [%]	ΔT [°C]	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]
Tungurahua	23												
Carchi	22												
Tulcán	21												
Los Ríos	20	20:19	27,70	51,00	5,70								
Esmeraldas	19	20:20	27,60	61,00	5,60								
José Mascote	18	20:22	27,40	60,00	5,40								
Delejeírcito	17												
García Moreno	16												
Anterpara	15												
Machala	14	20:23	27,40	62,00	5,40								
Quito	13	20:25	27,30	62,00	5,30								
Pedro moncayo	12												
Lorenzo de Garaycoa	11	20:27	27,20	65,00	5,20								
Rumichaca	10	20:28	27,20	63,00	5,20								
García avilés	09	20:29	27,40	64,00	5,40								
Boyacá	08	20:32	27,60	63,00	5,60								
Escobedo	07	20:33	27,50	65,00	5,50								
Chimborazo/Baquerizo Moreno	06												
Chile	05	20:34	27,60	63,00	5,60								
Córdova	04												
Pedro Carbo	03												
Pichincha/Panamá	02	20:36	27,70	63,00	5,70								
Malecón Simón Bolívar	01												



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-14a.- Transecto T:01-23.

domingo, 14 de noviembre de 2010			Estación móvil			
			HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]
INTERSECCIÓN	Punto	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	
						26,00
Tunurahua	23					18:30 - 19:00
Carchi	22					
Tulcán	21					
Los Ríos	20					
Esmeraldas	19					
José Mascote	18					
Del ejército	17					
García Moreno	16					
Anterpara	15					
Machala	14	18:36	27,20	70,00	1,20	
Quito	13					
Pedro moncayo	12	18:36	27,00	73,00	1,00		26,00
						24,00
						19:00 - 19:30
Lorenzo de Garaycoa	11	18:38	27,00	72,00	1,00	
Rumichaca	10	18:39	27,00	74,00	1,00	
García avilés	09	18:40	27,20	75,00	1,20	
Boyacá	08	18:41	27,40	75,00	1,40	
Escobedo	07					
Chimborazo/Baquerizo Moreno	06	18:42	27,60	75,00	1,60	
Chile	05					
Córdova	04	18:44	27,80	74,00	1,80	
Pedro Carbo	03					
Pichincha/Panamá	02					
Malecón Simón Bolívar	01	18:45	27,9	75	1,90		28,9



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-14b.- Transecto T:01-23.

domingo, 14 de noviembre de 2010		Punto	Estación móvil			
INTERSECCIÓN	HORA		T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	
Tungurahua		23				
Carchi		22				
Tulcán		21				
Los Ríos		20				
Esmeraldas		19				
José Mascote		18				
Del ejército		17				
García Moreno		16				
Anterpara		15				
Machala		14				
Quito		13				
Pedro moncayo		12				
					24,00	
Lorenzo de Garaycoa		11	19:26	28,60	73,00	4,60
Rumichaca		10	19:27	28,70	71,00	4,70
García aviés		09	19:28	28,60	72,00	4,60
Boyacá		08	19:29	28,70	72,00	4,70
Escobedo		07				
Chimborazo/Baquerizo Moreno		06	19:30	28,70	71,00	4,70
Chile		05				
Córdova		04	19:31	28,70	70,00	4,70
Pedro Carbo		03				
Pichincha/Panamá		02				
Malecón Simón Bolívar		01	19:32	28,7	72	4,70

19:00 - 19:30



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-15a.- Transecto T:30-41.

lunes, 15 de noviembre de 2010		Estación móvil		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	δT [°C]	23,00
INTERSECCIÓN	Punto	HORA	T.S. [°C]					
Dr. Fortunato Safadi Emén	30	19:58	27,2	27,2	65	4,2	20:00 - 20:30	23,00
Laboratorio Arnaldo Ruffili	31	19:59	27,3	27,3	67	4,3		
Puente de urdesa	32	20:00	27,3	27,3	66	4,3		
Dr. Otto Arosemena Gómez	33	20:01	27,4	27,4	68	4,4		
Del Rotarismo	34	20:02	27,6	27,6	69	4,6		
Las monjas	35	20:04	27,8	27,8	70	4,8		
Ficus	36							
Guayacanes	37	20:32	27,1	27,1	73	4,1		
Higueras	38	20:33	27,2	27,2	73	4,2		
Ilanes	39	20:34	27,3	27,3	74	4,3		
Jiguas	40	20:35	27,5	27,5	73	4,5		
Laureles	41	20:37	27,7	27,7	73	4,7		

**ANEXO A11b:** Registro de temperaturas de la estación móvil.**CUADRO A11b-15b.-** Transecto T:30-41.

lunes, 15 de noviembre de 2010		Estación móvil		Estación móvil	
INTERSECCIÓN	Punto	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	δT [°C]
					22,00
Dr. Fortunato Safadi Emén	30				
Laboratorio Arnaldo Ruffili	31				
Puente de urdesa	32				
Dr. Otto Arosemena Gómez	33				
Del Rotarismo	34	21:06	27,8	70	5,8
Las monjas	35	21:07	27,8	73	5,8
Ficus	36	21:08	27,7	75	5,7
Guayacanes	37	21:09	27,8	75	5,8
Higueras	38	21:10	27,8	75	5,8
Ilanes	39				
Jiguas	40	21:12	27,9	75	5,9
Laureles	41	21:13	28	74	6
					22,00


ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-17.- Transecto T:01-23.

viernes, 19 de noviembre de 2010		Punto	Estación móvil		
			HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]
					24,00
		20:00 - 20:30			
INTERSECCIÓN					
	Tungurahua	23			
	Carchi	22			
	Tulcán	21	20:22	25,20	64,00 1,20
	Los Ríos	20	20:23	25,10	64,00 1,10
	Esmeraldas	19	20:24	25,20	68,00 1,20
	José Mascote	18			
	Del ejército	17			
	García Moreno	16			
	Anterpara	15			
	Machala	14	20:26	25,60	71,00 1,60
	Quito	13			
	Pedro moncayo	12	20:27	25,90	67,00 1,90
					24,00
		20:30 - 21:00			
	Lorenzo de Garaycoa	11			
	Rumichaca	10	20:30	26,30	69,00 2,30
	García avilés	09	20:30	26,40	68,00 2,40
	Boyacá	08	20:32	26,50	68,00 2,50
	Escobedo	07			
	Chimborazo/Baquerizo Moreno	06			
	Chile	05			
	Córdova	04			
	Pedro Carbo	03	20:34	26,80	67,00 2,80
	Pichincha/Panamá	02			
	Malecón Simón Bolívar	01	20:35	26,9	68 2,90



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-18a.- Transecto T:01-23.

sábado, 20 de noviembre de 2010		Estación móvil			Estación móvil				
INTERSECCIÓN	Punto	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	δT [°C]	HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	δT [°C]
						23,00			
Tunurahua	23	21:32	27,10	71,00	4,10	21:30 - 22:00			
Carchi	22								
Tulcán	21	21:33	27,10	72,00	4,10				
Los Ríos	20								
Esmeraldas	19	21:34	27,20	72,00	4,20				
José Mascote	18								
Del ejército	17								
García Moreno	16								
Anterpara	15	21:36	27,20	71,00	4,20				
Machala	14	21:38	27,30	71,00	4,30				
Quito	13								
Pedro moncayo	12	21:39	27,30	71,00	4,30		23,00		
						21:30 - 22:00			
Lorenzo de Garaycoa	11	21:41	27,30	71,00	4,30				
Rumichaca	10	21:42	27,30	71,00	4,30				
García avilés	09	21:42	27,20	71,00	4,20				
Boyacá	08	21:43	27,20	72,00	4,20				
Escobedo	07	21:44	27,30	71,00	4,30				
Chimborazo/Baquerizo Moreno	06	21:45	27,40	71,00	4,40				
Chile	05								
Córdova	04								
Pedro Carbo	03	21:46	27,40	71,00	4,40				
Pichincha/Panamá	02								
Malecón Simón Bolívar	01	21:47	27,3	71	4,30				

**ANEXO A11b:** Registro de temperaturas de la estación móvil.**CUADRO A11b-18b.-** Transecto T:01-23.

sábado, 20 de noviembre de 2010										
INTERSECCIÓN	Punto	Estación móvil			Estación móvil			20:00 - 20:30	23,00	
		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	HORA	T.S. [°C]			H.R. [%]	ΔT [°C]
Tungurahua	23									
Carchi	22									
Tulcán	21									
Los Ríos	20									
Esmeraldas	19									
José Mascote	18									
Del ejército	17									
García Moreno	16									
Anterpara	15									
Machala	14									
Quito	13									
Pedro moncayo	12									
Lorenzo de Garaycoa	11									
Rumihaca	10	20:05	27,40	76,00	2,40					
García avilés	09									
Boyacá	08	20:00	27,30	72,00	2,30					
Escobedo	07							20:10	28,20	
Chimborazo/Baquerizo Moreno	06								72,00	
Chile	05									
Córdova	04	19:55	27,00	75,00	2,00					
Pedro Carbo	03									
Pichincha/Panamá	02							20:15	28,20	
Malecón Simón Bolívar	01	19:50	26,8	75	1,80			20:20	27,8	
									73	
									5,20	
									4,80	



ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-18c.- Transecto T:30-41.

INTERSECCIÓN		Punto	Estación móvil				22,00
			HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]	
		30	20:14	26,9	75	3,9	21:00 - 21:30
Dr. Fortunato Safadi Emén		31	20:15	27	75	4	
Laboratorio Arnaldo Ruffilli		32					
Puente de urdesa		33	20:16	27	74	4	
Dr. Otto Arosemena Gómez		34	20:18	27,1	74	4,1	
Del Rotarismo		35	20:20	27,3	73	4,3	
Las monjas		36	20:22	27,4	73	4,4	
Ficus		37	20:23	27,4	73	4,4	
Guayacanes		38	20:24	27,4	73	4,4	
Higueras		39	20:25	27,4	72	4,4	
Illanes		40	20:26	27,5	73	4,5	
Jiguas		41	20:27	27,5	73	4,5	
Laureles							
		24					20:00 - 20:30
Gral. José Antonio Paez		25					
Carabobo		26					
Gral. Daniel Florencio O'Leary		27					
Atanasio Girardot		28					
Antonio Ricaurte		29					
Del Libertador							


ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.

CUADRO A11b-19.- Transecto T:01-23.

INTERSECCIÓN	Punto	Estación móvil				25,00	
		HORA	T.S. [°C]	H.R. [%]	ΔT [°C]		
Tungurahua	23					20:00 - 20:30	
Carchi	22	20:02	26,40	74,00	1,40		
Tulcán	21	20:03	26,40	78,00	1,40		
Los Ríos	20						
Esmeraldas	19						
José Mascote	18						
Del ejército	17						
García Moreno	16						
Anterpara	15	20:04	26,80	79,00	1,80		
Machala	14						
Quito	13	20:05	27,10	80,00	2,10		
Pedro moncayo	12	20:07	27,30	80,00	2,30		
							25,00
Lorenzo de Garaycoa	11					19:00 - 19:30	
Rumichaca	10	19:28	29,50	76,00	4,50		
García avilés	09	19:29	30,20	73,00	5,20		
Boyacá	08	19:31	30,30	72,00	5,30		
Escobedo	07						
Chimborazo/Baquerizo Moreno	06						
Chile	05	19:33	30,40	73,00	5,40		
Córdova	04						
Pedro Carbo	03						
Pichincha/Panamá	02						
Malecón Simón Bolívar	01	19:34	30,5	73	5,50		
							25,00



ANEXO A11c: Perfil térmico instantáneo.

CUADRO A11c-01a.- Transectos T:01-23 y T:24-29.

PUNTO		δT 3 de octubre		δT 5 de octubre		δT 7 de octubre		δT 12 de octubre		
TRANSECTO: 01-23	T Base en estación fija									
	01									
	02									
	03									
	04									
	05									
	06									
	07									
	08									
	09									
	10									
	11									
		T Base en estación fija								
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									
	21									
22										
23										
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija									
	24									
	25									
	26									
	27									
	28									
29										



ANEXO A11c: Perfil térmico instantáneo.

CUADRO A11c-01b.- Transectos T:01-23 y T:24-29.

PUNTO	δT 14 de octubre		δT 26 de octubre	δT 27 de octubre			δT 4 de noviembre	
TRANSECTO: 01-23	T Base en estación fija		21,30	21,00	21,00	21,00	20,30	20,00
	01		1,90	6,80	6,50	7,00	2,80	2,50
	02		2,50	6,80	6,40	6,40		
	03			6,80	6,40	6,50		
	04			6,70	6,40	6,60	3,00	2,70
	05			6,60	6,40			
	06		2,70	6,40	6,40		3,20	2,90
	07		2,70	6,30	6,40		3,20	
	08		2,70	6,20	6,60			2,70
	09		3,20	6,10	6,80		3,00	3,50
	10		3,60	6,00	6,90		3,10	
	11		3,90	5,90	6,90		3,50	
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija		21,30	21,30			20,70	
	12			5,40				
	13		4,10	5,30			3,20	
	14						3,00	
	15							
	16			5,30				
	17			5,20			2,70	
	18							
	19						3,00	
	20							
	21							
	22							
23						2,70		
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
29								

**ANEXO A11c:** Perfil térmico instantáneo.**CUADRO A11c-01c.-** Transectos T:01-23 y T:24-29.

PUNTO	δT 12 de noviembre		δT 14 de noviembre		
	T Base en estación fija	22,00	22,00	26,00	24,00	24,00
01		6,30	1,90	4,90	4,70
02	5,70	6,20			
03					
04		6,20	1,80		4,70
05	5,60			4,90	
06		6,20	1,60		4,70
07	5,50			4,90	
08	5,60	6,20	1,40	5,00	4,70
09	5,40	6,00	1,20	5,20	4,60
10	5,20	5,80	1,00	5,40	4,70
11	5,20		1,00		4,60
T Base en estación fija	22,00		26,00		
12			1,00		
13	5,30				
14	5,40		1,20		
15					
16					
17					
18	5,40				
19	5,60				
20	5,70				
21					
22					
23					
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
29					

**ANEXO A11c:** Perfil térmico instantáneo.**CUADRO A11c-01d.-** Transectos T:01-23 y T:24-29.

PUNTO		δT 15 de noviembre				δT 18 de noviembre	
TRANSECTO: 01-23	T Base en estación fija						
	01						
	02						
	03						
	04						
	05						
	06						
	07						
	08						
	09						
	10						
	11						
	T Base en estación fija						
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						
22							
23							
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija					23,00	
	24					3,80	
	25					3,90	
	26					4,00	
	27						
	28						
29					4,00		



ANEXO A11c: Perfil térmico instantáneo.

CUADRO A11c-01e.- Transectos T:01-23 y T:24-29.

PUNTO	δT 19 de noviembre	δT 20 de noviembre					δT 27 de noviembre		
TRANSECTO: 01-23	T Base en estación fija	24,00	23,00		25,00	23,00	24,00	25,00	25,00
	01	2,90	4,30		1,80	4,80		5,50	2,80
	02					5,20	3,60		
	03	2,80	4,40				3,90		
	04				2,00		3,70		2,80
	05						5,00	5,40	
	06		4,40				4,20		
	07		4,30			5,20	4,00		2,80
	08	2,50	4,20		2,30		3,60	5,30	2,70
	09	2,40	4,20				4,20	5,20	2,70
	10	2,30	4,30		2,40		3,50	4,50	2,60
11		4,30							
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija	24,00	23,00						25,00
	12	1,90	4,30						2,30
	13								2,10
	14	1,60	4,30						
	15		4,20						1,80
	16								
	17								
	18								
	19	1,20	4,20						
	20	1,10							
	21	1,20	4,10						1,40
	22								1,40
23		4,10							
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija								
	24								
	25								
	26								
	27								
	28								
29									



ANEXO A11c: Perfil térmico instantáneo.

CUADRO A11c-01f.- Transectos T:01-23 y T:24-29.

PUNTO	δT 8 de noviembre	δT 9 de noviembre		δT 10 de noviembre		δT 11 de noviembre		
TRANSECTO: 01-23	T Base en estación fija	22,00	24,00	22,00	23,00	22,00	23,00	23,00
	01	2,20	4,10	6,70	3,90	5,00		5,30
	02	2,00	4,20	6,70			4,70	5,20
	03					4,90		
	04		4,30	6,60	3,90			5,20
	05	2,80		6,60			4,60	
	06	2,80	4,40	6,60	4,00	5,10		5,20
	07						4,50	
	08	2,40	4,20	6,80		5,30	4,60	5,20
	09	2,10	4,20	7,10	4,00	5,40	4,40	5,00
	10	2,50	4,30	7,00	4,00	5,30	4,20	4,80
11	2,30	4,30		4,00		4,20		
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija	22,00	24,00		23,00		23,00	
	12	2,70						
	13		4,20		4,10		4,30	
	14						4,40	
	15		4,10		4,20			
	16							
	17	2,90						
	18		4,00				4,40	
	19				4,40		4,60	
	20	2,50	3,80		4,50		4,70	
	21				4,60			
	22				4,90			
23		3,70						
TRANSECTO: 24 - 29	T Base en estación fija							
	24							
	25							
	26							
	27							
28								
29								



ANEXO A11c: Perfil térmico instantáneo.

CUADRO A11c-02a.- Transectos T:30-41, T:42-47 y T:48-63.

PUNTO	δT 3 de octubre		δT 5 de octubre		δT 7 de octubre		δT 12 de octubre	
TRANSECTO: 30 - 41	T Base en estación fija							
	30							
	31							
	32							
	33							
	34							
	35							
	36							
	37							
	38							
	39							
	40							
41								

TRANSECTO: 42 - 47	T Base en estación fija	25,70	24,30	23,50	21,70	22,70	22,00	26,00	24,00
	42	4,10	4,50	4,30	5,90	5,70	5,00	2,90	5,00
	43	5,40	4,30	4,60	6,00	5,20	5,20	3,00	4,80
	44	5,10	4,30	4,90	5,80	5,20	5,20	3,40	4,80
	45	5,10	4,50	5,30	5,80	5,10	5,10	3,80	4,80
	46	5,20	4,90	5,70	6,00	5,40	4,90	4,10	4,70
	47	8,30	4,90	6,30	7,30	5,30	5,00	4,40	3,00

TRANSECTO: 48 - 63	T Base en estación fija	25,30	24,70	22,70	22,30	22,30	22,00	24,00	25,00
	48	5,50	3,70	6,70	5,10	5,10	4,60	6,20	3,80
	49	5,50	3,70	6,90	5,10	5,60	4,60	6,20	3,80
	50	5,50	3,70	6,80	5,30	5,60	4,70	5,80	3,80
	51	5,40	3,70	5,70	5,60	5,50	3,50	5,60	3,70
	52	5,40	3,80	6,80	5,80	5,60	4,60	5,60	3,80
	53	5,30	3,90	6,60	5,80	5,60	4,70	5,60	3,80
	54	4,90	3,80	6,10	5,80	5,50	4,70	5,40	3,80
	55	4,80	3,80	5,80	5,90	4,80	4,70	5,30	3,80
	56	5,00	3,80	5,70	6,10	4,70	4,60	5,30	3,70
	57	5,50	4,00	6,10	6,30	4,70	4,40	5,20	3,70
	58	5,40	4,10	6,00	6,10	4,70	4,60	5,20	3,80
	59	5,10	4,00	5,40	5,90	4,70	4,70	5,20	3,80
	60	4,90	4,10	5,10	5,70	4,80	4,80	5,10	3,80
	61	4,90	4,40	4,90	5,70	4,70	4,90	5,20	3,90
	62	4,70	4,90	4,80	5,60	4,40	4,80	5,10	4,00
63	4,30		4,90		4,40		5,20		

**ANEXO A11c:** Perfil térmico instantáneo.**CUADRO A11c-02b.-** Transectos T:30-41, T:42-47 y T:48-63.

PUNTO	δT 14 de octubre		δT 26 de octubre	δT 27 de octubre			δT 4 de noviembre	
TRANSECTO: 30 - 41	T Base en estación fija							
	30							
	31							
	32							
	33							
	34							
	35							
	36							
	37							
	38							
	39							
	40							
41								

TRANSECTO: 42 - 47	T Base en estación fija	24,90	24,70					
	42		2,70					
	43	3,10	2,70					
	44	3,10	2,80					
	45	3,90	2,90					
	46	3,80	2,70					
	47	3,70	3,20					

TRANSECTO: 48 - 63	T Base en estación fija	24,30	23,70					
	48	4,40	3,90					
	49	4,40	3,80					
	50	4,30	3,80					
	51	4,10	3,80					
	52	3,90	4,20					
	53	4,00	4,20					
	54	4,10	4,20					
	55	4,10	4,10					
	56	4,00	3,90					
	57	3,90	4,00					
	58	3,80	4,10					
	59	3,90	4,10					
	60	4,00	4,20					
	61	4,10	4,10					
	62	4,10	3,70					
63	4,10							

**ANEXO A11c:** Perfil térmico instantáneo.**CUADRO A11c-02c.-** Transectos T:30-41, T:42-47 y T:48-63.

PUNTO	δT 8 de noviembre		δT 9 de noviembre		δT 10 de noviembre		δT 11 de noviembre	
TRANSECTO: 30 - 41	T Base en estación fija							
	30							
	31							
	32							
	33							
	34							
	35							
	36							
	37							
	38							
	39							
	40							
41								

PUNTO	δT 8 de noviembre		δT 9 de noviembre		δT 10 de noviembre		δT 11 de noviembre	
TRANSECTO: 42 - 47	T Base en estación fija							
	42							
	43							
	44							
	45							
	46							
	47							

PUNTO	δT 8 de noviembre		δT 9 de noviembre		δT 10 de noviembre		δT 11 de noviembre	
TRANSECTO: 48 - 63	T Base en estación fija							
	48							
	49							
	50							
	51							
	52							
	53							
	54							
	55							
	56							
	57							
	58							
	59							
	60							
61								
62								
63								

**ANEXO A11c:** Perfil térmico instantáneo.**CUADRO A11c-02d.-** Transectos T:30-41, T:42-47 y T:48-63.

PUNTO	δT 12 de noviembre		δT 14 de noviembre		
TRANSECTO: 30 - 41	T Base en estación fija				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
41					

PUNTO	δT 12 de noviembre		δT 14 de noviembre		
TRANSECTO: 42 - 47	T Base en estación fija				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				

PUNTO	δT 12 de noviembre		δT 14 de noviembre		
TRANSECTO: 48 - 63	T Base en estación fija				
	48				
	49				
	50				
	51				
	52				
	53				
	54				
	55				
	56				
	57				
	58				
	59				
	60				
	61				
62					
63					



ANEXO A11c: Perfil térmico instantáneo.

CUADRO A11c-02e.- Transectos T:30-41, T:42-47 y T:48-63.

PUNTO	δT 15 de noviembre				δT 18 de noviembre	
T Base en estación fija	23,00	23,00	22,00	22,00	23,00	23,00
30	4,20	3,20				
31	4,30	3,20		5,90	4,20	
32	4,30	3,40			4,30	
33	4,40	3,60		5,90	4,30	
34	4,60	3,70	5,80		4,50	4,90
35	4,80	3,90	5,80	6,00	4,60	5,00
36			5,70	6,00	4,70	5,10
37	4,10		5,80	6,00	4,80	5,20
38	4,20		5,80		4,90	5,30
39	4,30				5,00	
40	4,50		5,90	6,00	5,00	5,30
41	4,70		6,00	6,00	5,00	5,40

PUNTO	δT 15 de noviembre				δT 18 de noviembre	
T Base en estación fija						
42						
43						
44						
45						
46						
47						

PUNTO	δT 15 de noviembre				δT 18 de noviembre	
T Base en estación fija						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						

**ANEXO A11c:** Perfil térmico instantáneo.**CUADRO A11c-02f.-** Transectos T:30-41, T:42-47 y T:48-63.

PUNTO	δT 19 de noviembre	δT 20 de noviembre					δT 27 de noviembre		
TRANSECTO: 30 - 41	T Base en estación fija		23,00	22,00					
	30		3,90						
	31		4,00						
	32								
	33		4,00						
	34		4,10	4,80					
	35		4,30	5,00					
	36		4,40						
	37		4,40	5,20					
	38		4,40	5,30					
	39		4,40	5,40					
	40		4,50	5,50					
41		4,50							

TRANSECTO: 42 - 47	T Base en estación fija								
	42								
	43								
	44								
	45								
	46								
	47								

TRANSECTO: 48 - 63	T Base en estación fija								
	48								
	49								
	50								
	51								
	52								
	53								
	54								
	55								
	56								
	57								
	58								
	59								
	60								
61									
62									
63									



ANEXO A12: Perfil térmico actual (diferencia promedio de temperaturas).

CUADRO A12-01.- Transecto 01-23.

CUADRO A12-02.- Transecto 24-29.

CUADRO A12-03.- Transectos 30-41.

Perfil térmico actual		
Eje vial	punto	ΔT [K]
Malecón Simón Bolívar	01	4,3000
Pichincha/Panamá	02	5,0462
Pedro Carbo	03	5,1000
Córdova	04	4,4400
Chile	05	5,3223
Chimborazo/Baquerizo	06	4,4250
Escobedo	07	4,5273
Boyacá	08	4,2953
García avilés	09	4,3591
Rumichaca	10	4,2455
Lorenzo de Garaycoa	11	4,1750
Pedro moncayo	12	2,9334
Quito	13	4,0750
Machala	14	3,3167
Anterpara	15	3,5750
García Moreno	16	5,3000
Del ejército	17	3,6000
José Mascote	18	4,6000
Esmeraldas	19	3,8334
Los Ríos	20	3,7167
Tulcán	21	2,8250
Carchi	22	3,1500
Tungurahua	23	3,5000

Perfil térmico actual		
Eje vial	punto	ΔT [K]
Gral. José Antonio Paez	24	3,8000
Carabobo	25	3,9000
Gral. Daniel Florencio	26	4,0000
Atanasio Girardot	27	
Antonio Ricaurte	28	
Del Libertador	29	4,0000

Dr. Fortunato Safadi Emén	30	3,7667
Laboratorio Arnaldo Ruffilli	31	4,3200
Puente de urdesa	32	4,0000
Dr. Otto Arosemena	33	4,4400
Del Rotarismo	34	4,6286
Las monjas	35	4,9250
Ficus	36	5,1800
Guayacanes	37	5,0715
Higueras	38	4,9834
llanes	39	4,7750
Jiguas	40	5,2429
Laureles	41	5,2667



ANEXO A12: Perfil térmico actual (diferencia promedio de temperaturas).

CUADRO A12-04.- Transecto 42-47.

CUADRO A12-05.- Transecto 48-63.

CUADRO A12-06.- Promedio de los transectos.

Perfil térmico actual		
Eje vial	punto	ΔT [K]
Av. 25 de Julio	42	4,4556
Lizardo García Sorroza	43	4,4300
Federico Goding	44	4,4600
Roberto Leví Hoffman	45	4,6300
Assad Bucaram Elmalín	46	4,7400
Vicente Ramón Roca	47	5,1400

T_{T:42-47}

Perfil térmico actual		
Eje vial	punto	ΔT [K]
km10	48	4,9000
km11	49	4,9600
km12	50	4,9300
km13	51	4,6600
km14	52	4,9500
km15	53	4,9500
km16	54	4,8300
km17	55	4,7100
km18	56	4,6800
km19	57	4,7800
km20	58	4,7800
km21	59	4,6800
km22	60	4,6500
km23	61	4,6800
km24	62	4,6100
km26	63	4,5800

T_{T:48-64}

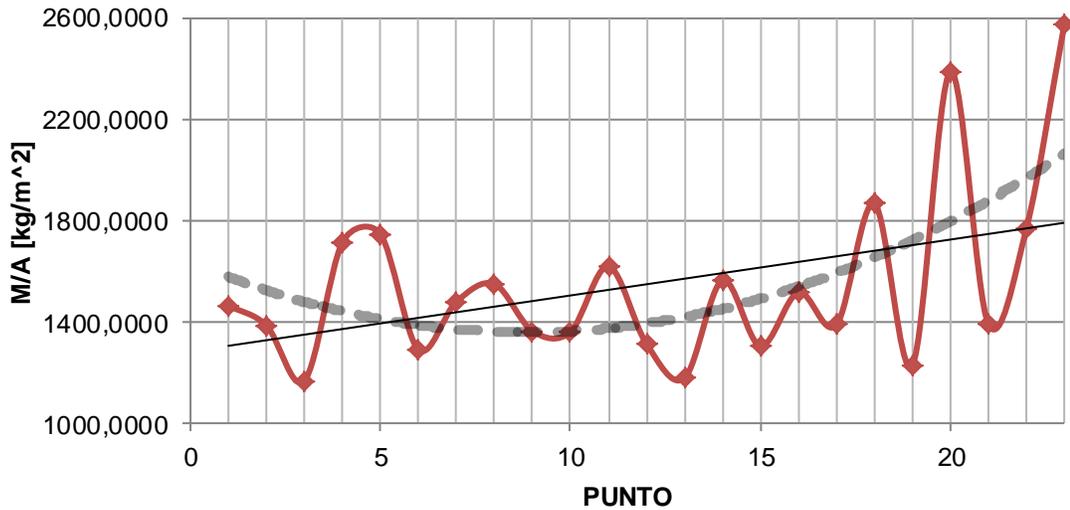
ΔT promedio	valor
$\Delta T_{T:01-23}$ [K]	4,12
$\Delta T_{T:24-29}$ [K]	3,93
$\Delta T_{T:30-41}$ [K]	4,72
$\Delta T_{T:42-47}$ [K]	4,65
$\Delta T_{T:48-63}$ [K]	4,78



Anexo A13: Distribución espacial y tendencias de M/A.

DIAGRAMA A13-01: Transecto 01-23

Distribución espacial de M/A en T₀₁₋₂₃

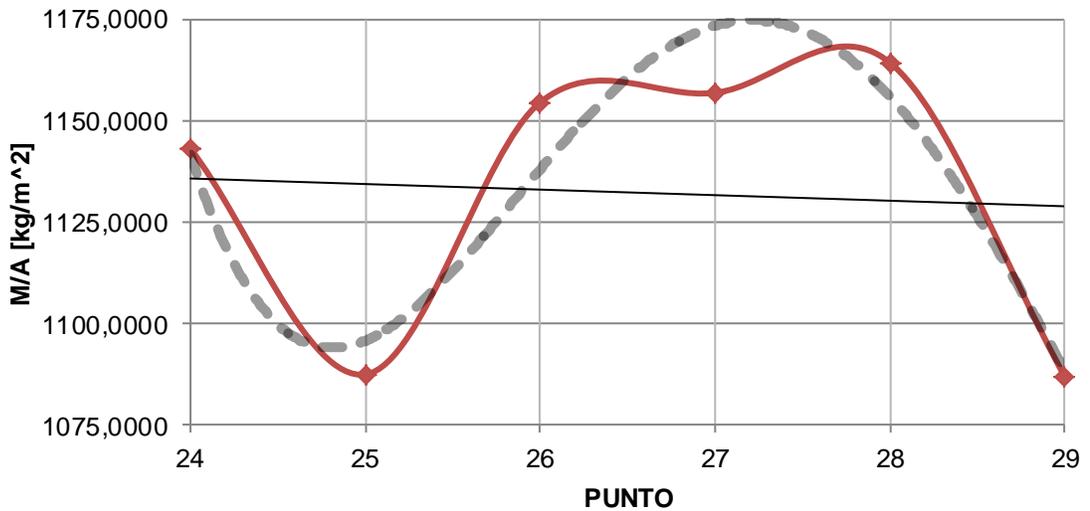


$M/A = 22.13x + 1285.$

$M/A = 3.522x^2 - 62.40x + 1637.$

DIAGRAMA A13-02: Transecto 24-29

Distribución espacial de M/A en T₂₄₋₂₉



$M/A = -1.347x + 1167.$

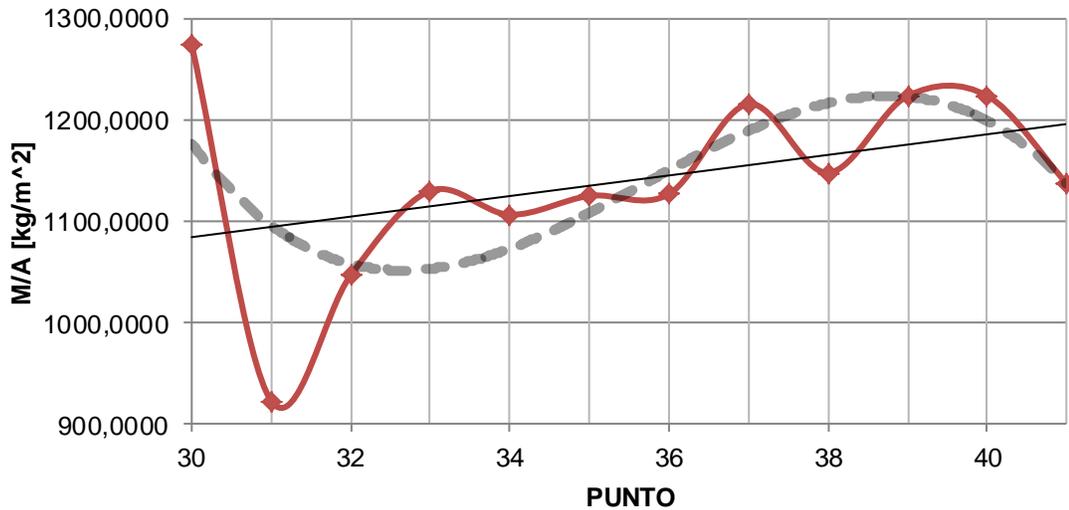
$M/A = 2.027x^4 - 222.5x^3 + 9129.x^2 - 16592x + 1E+06$



Anexo A13: Distribución espacial y tendencias de M/A.

DIAGRAMA A13-03: Transecto 30-41

Distribución espacial de M/A en T_{:30-41}

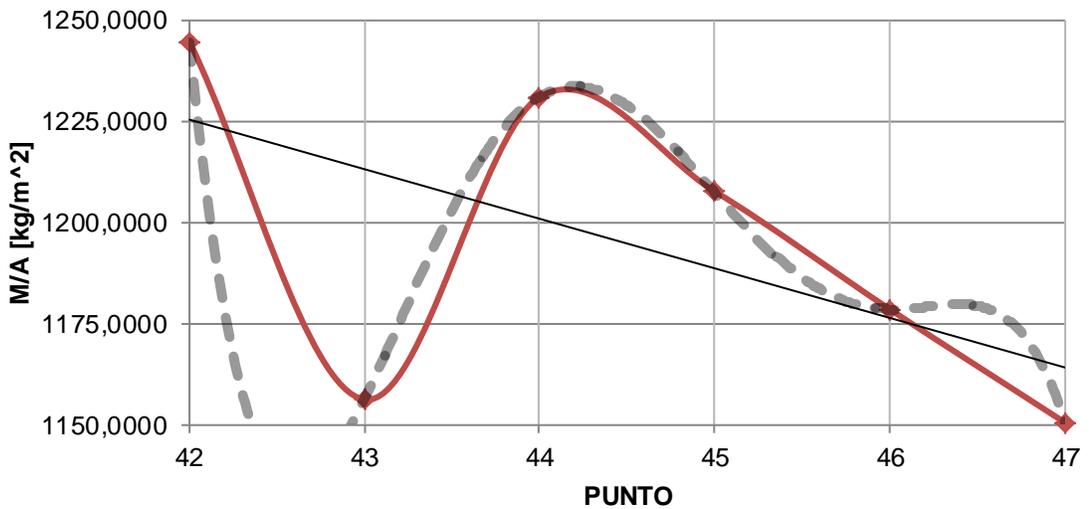


$M/A = 9.975x + 785.8$

$M/A = -1.508x^3 + 161.5x^2 - 5726.x + 68279$

DIAGRAMA A13-04: Transecto 42-47

Distribución espacial de M/A en T_{:42-47}



$M/A = -12.20x + 1737.$

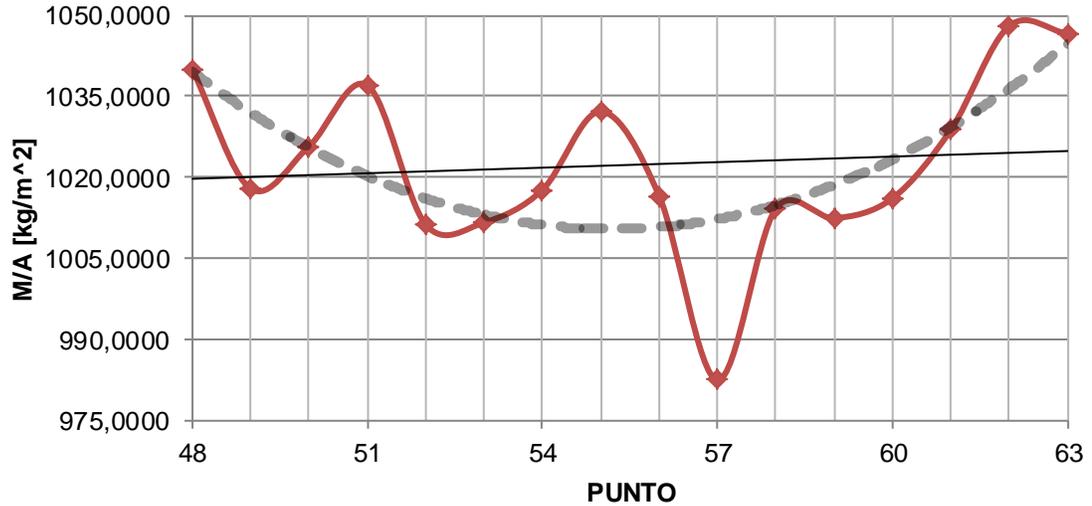
$M/A = -3.660x^5 + 820.0x^4 - 73455x^3 + 3E+06x^2 - 7E+07x + 7E+08$



Anexo A13: Distribución espacial y tendencias de M/A.

DIAGRAMA A12-05: Transecto 48-63

Distribución espacial de M/A en T_{.48-63}



$M/A = 0.348x + 1003$

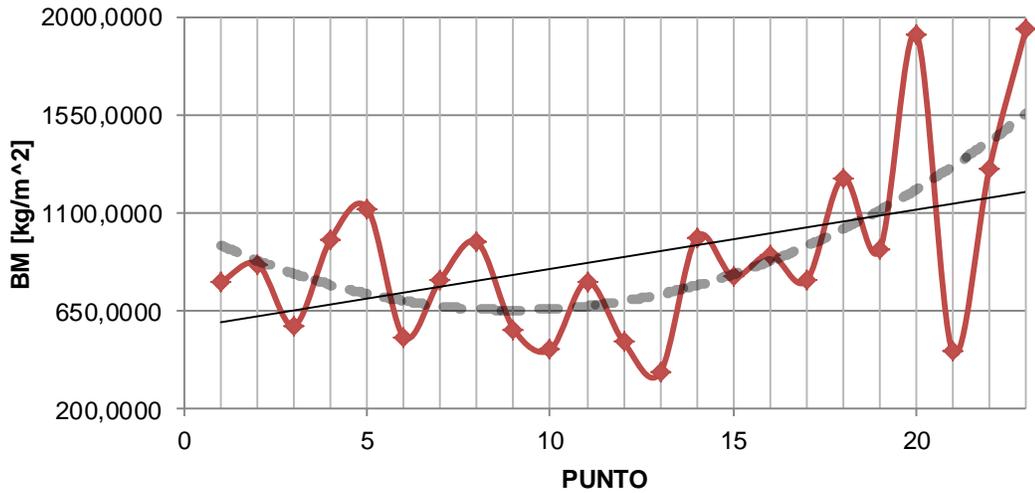
$M/A = 0.565x^2 - 62.37x + 2731$



Anexo A14: Distribución espacial y tendencias de BM.

DIAGRAMA A13-01: Transecto 01-23

Distribución espacial de BM en T_{.01-23}

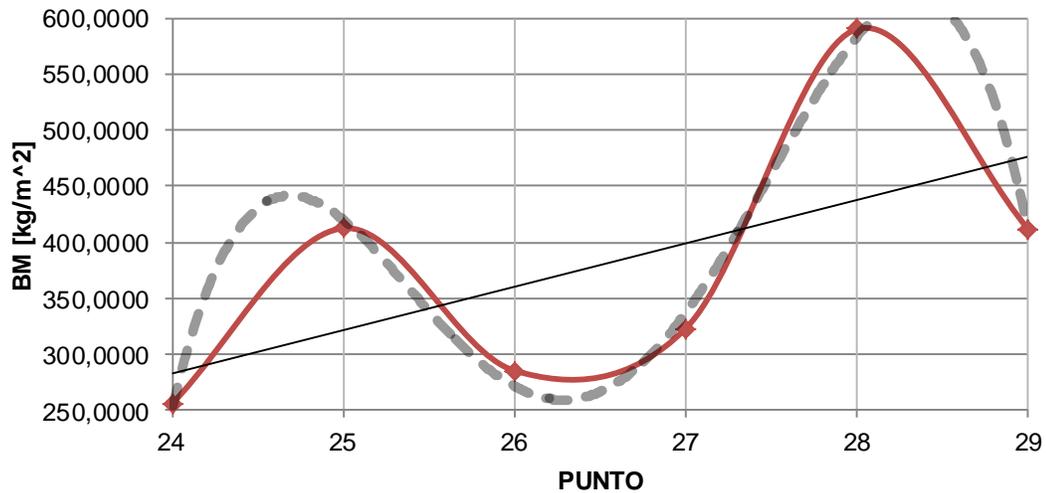


$BM = 27.37x + 569.3$

$BM = 4.598x^2 - 82.97x + 1029.$

DIAGRAMA A14-02: Transecto 24-29

Distribución espacial de BM en T_{.24-29}



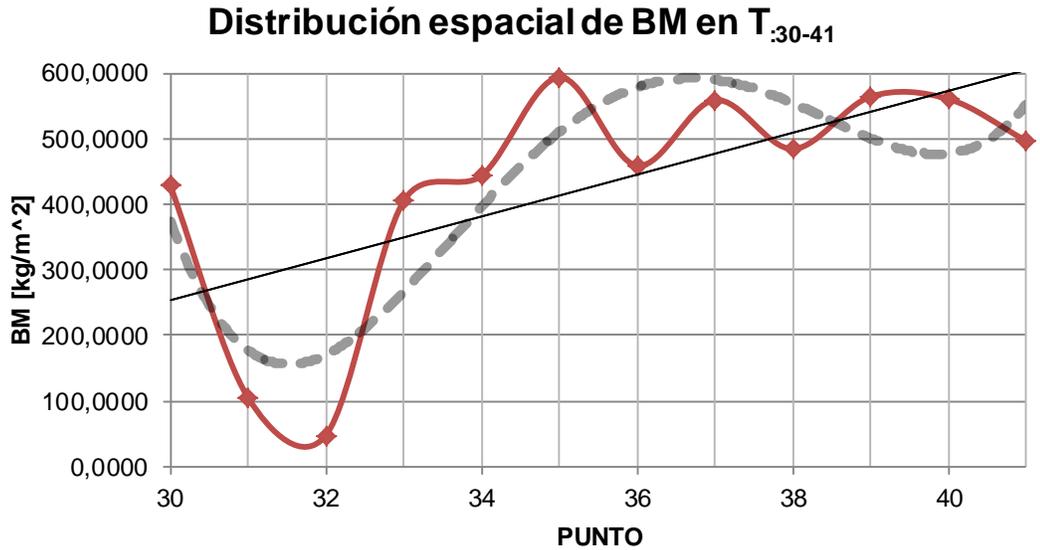
$BM = 38.59x - 643.0$

$BM = -23.38x^4 + 2473.x^3 - 97941x^2 + 2E+06x - 1E+07$



Anexo A14: Distribución espacial y tendencias de BM.

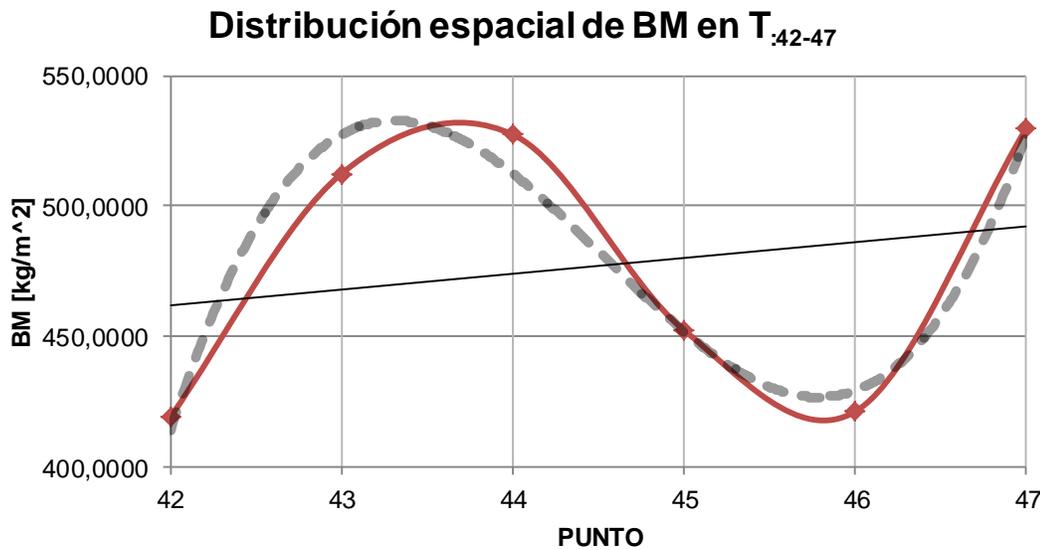
DIAGRAMA A14-03: Transecto 30-41



$BM = 31.69x - 696.1$

$BM = 0.814x^4 - 117.3x^3 + 6311.x^2 - 15015x + 1E+06$

DIAGRAMA A14-04: Transecto 42-47



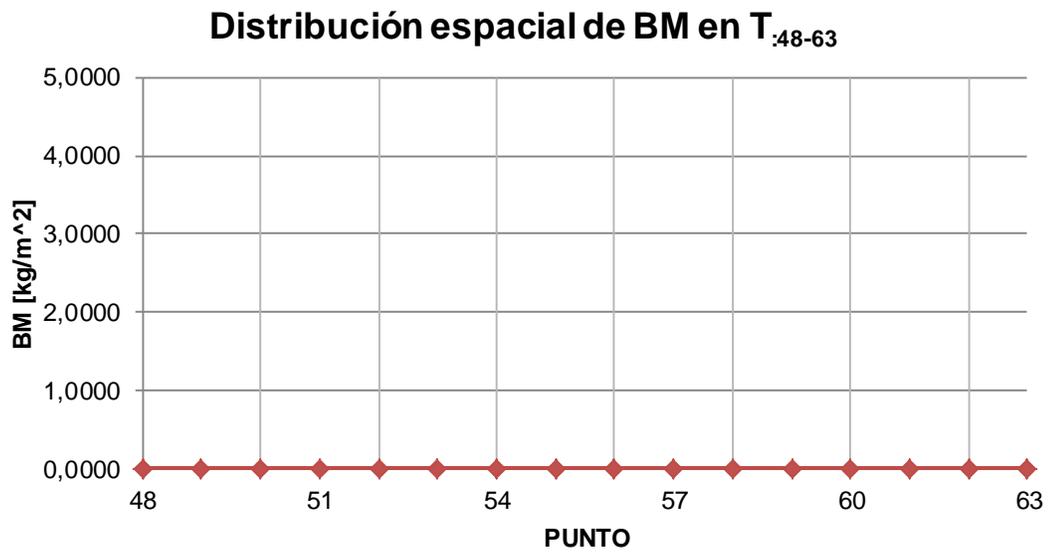
$BM = 5.916x + 213.7$

$BM = 13.83x^3 - 1848.x^2 + 82272x - 1E+06$



Anexo A14: Distribución espacial y tendencias de BM.

DIAGRAMA A14-05: Transecto 48-63





Anexo A15: Distribución espacial y tendencias de Cs.

DIAGRAMA A15-01: Transecto 01-23

Distribución espacial de Cs en T₀₁₋₂₃

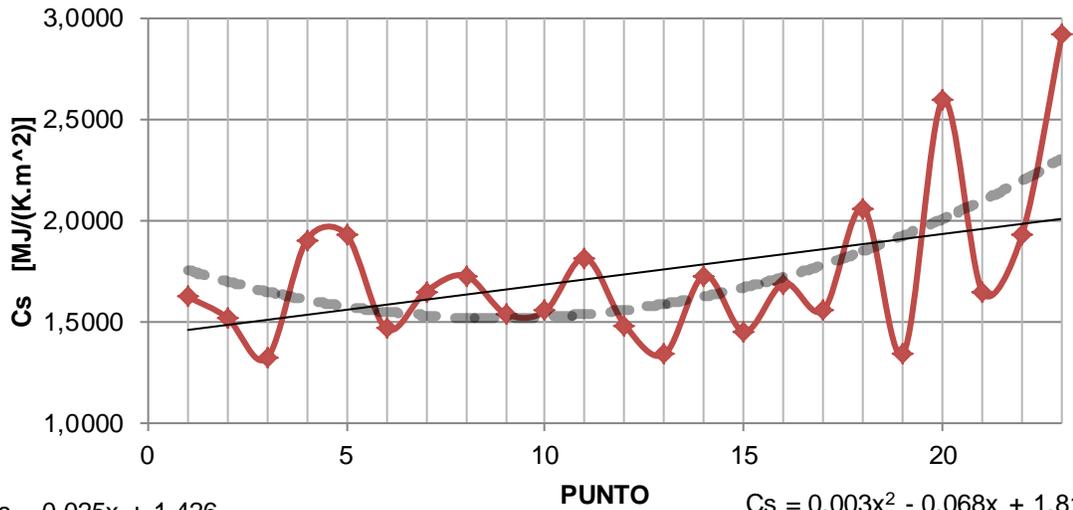
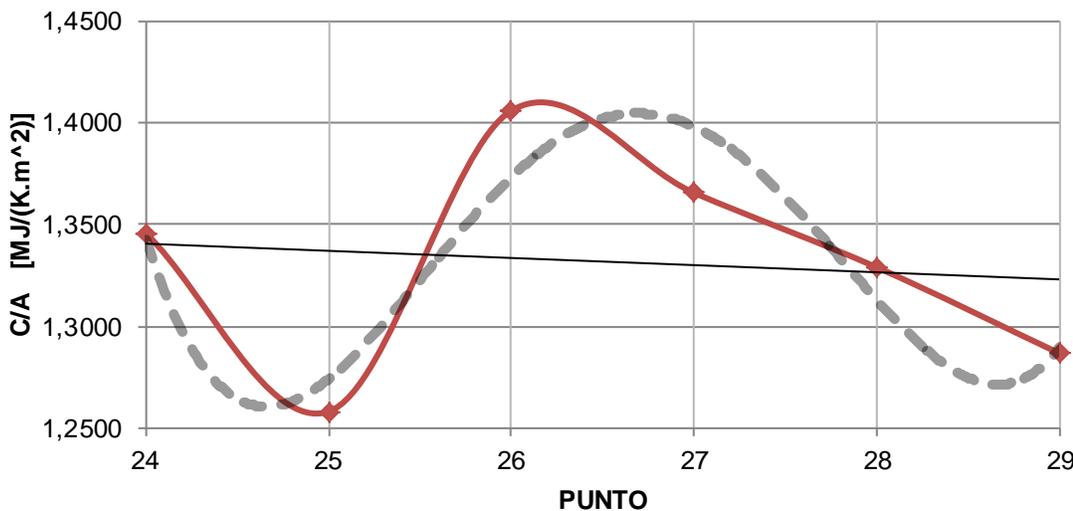


DIAGRAMA A15-02: Transecto 24-29

Distribución espacial de Cs en T₂₄₋₂₉





Anexo A15: Distribución espacial y tendencias de Cs.

DIAGRAMA A15-03: Transecto 30-41

Distribución espacial de Cs en T_{:30-41}

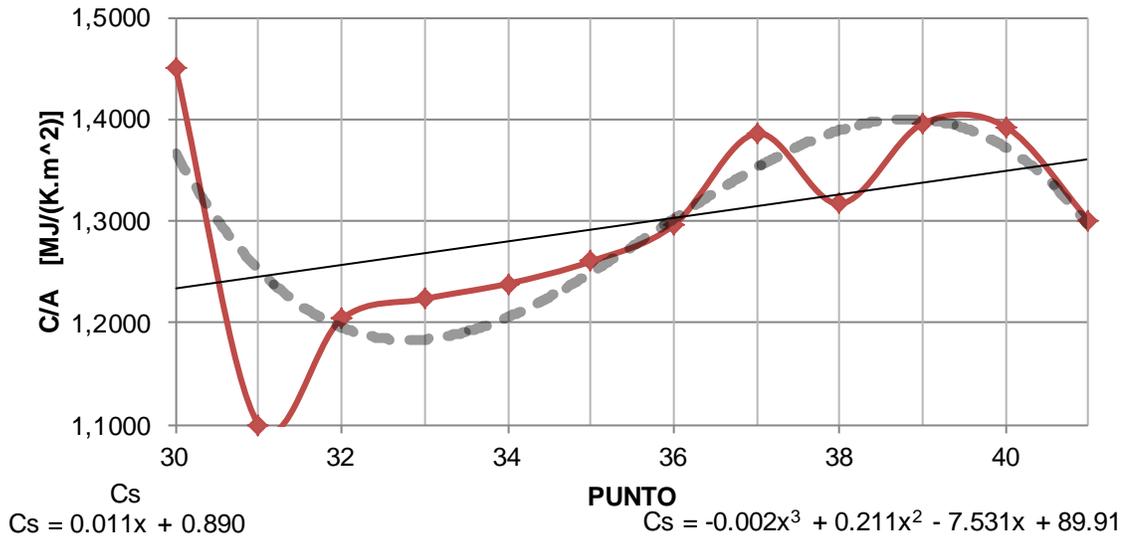
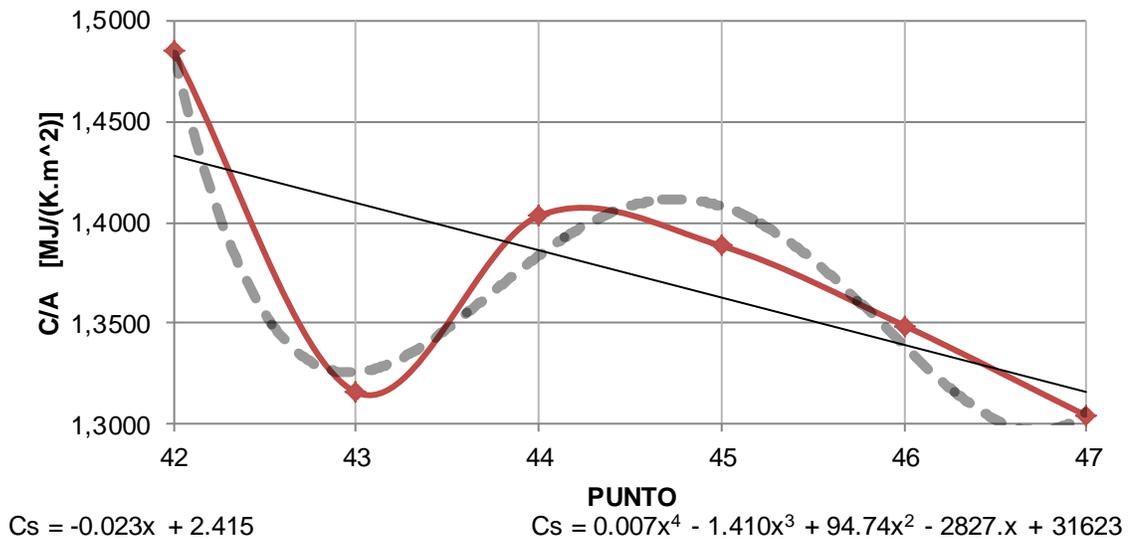


DIAGRAMA A15-04: Transecto 42-47

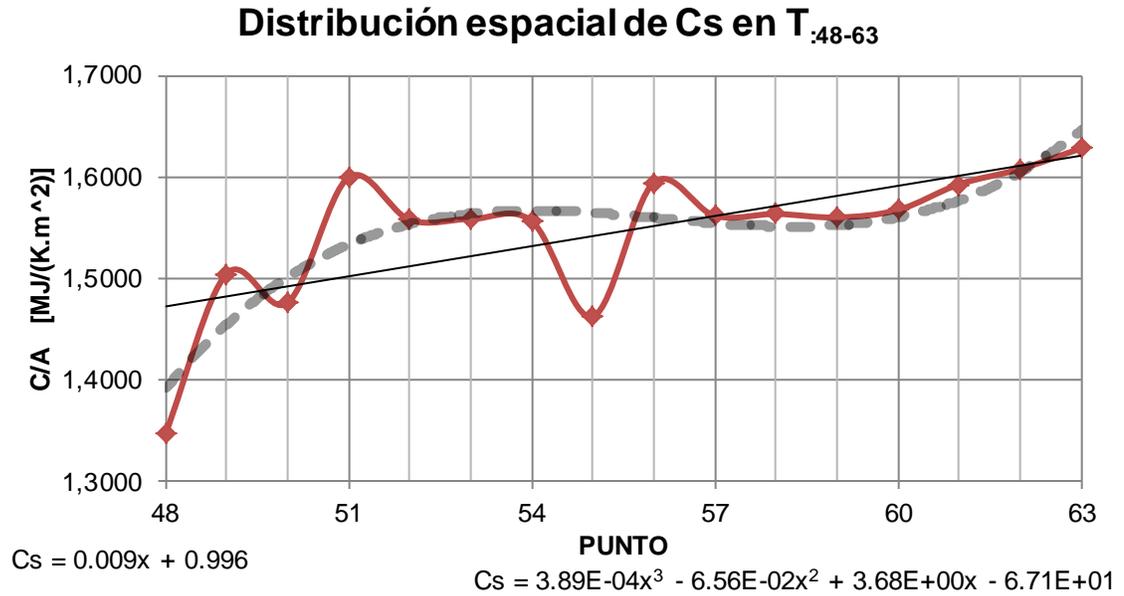
Distribución espacial de Cs en T_{:42-47}





Anexo A15: Distribución espacial y tendencias de Cs.

DIAGRAMA A15-05: Transecto 48-63

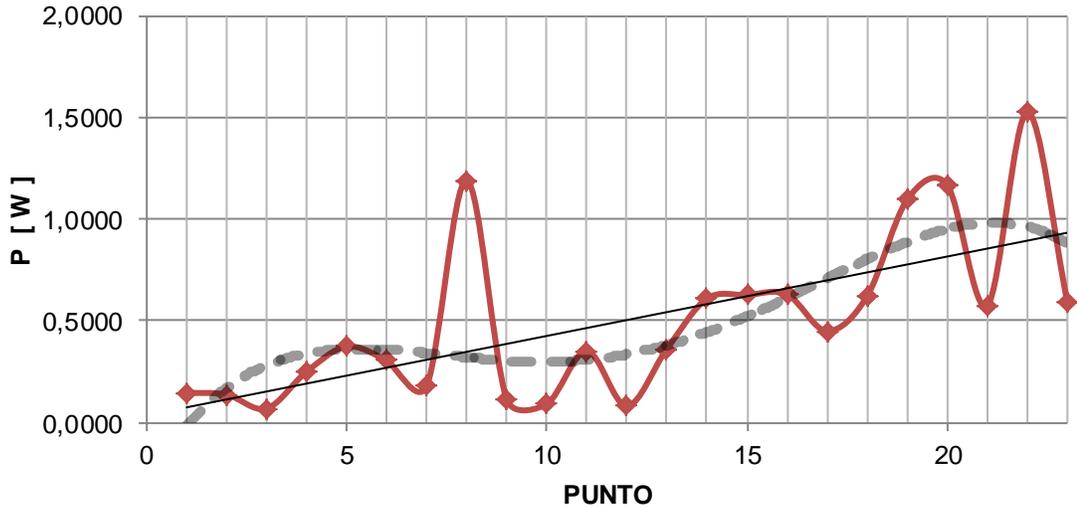




Anexo A16: Distribución espacial y tendencias de P.

DIAGRAMA A16-01: Transecto 01-23

Distribución espacial P en T_{:01-23}

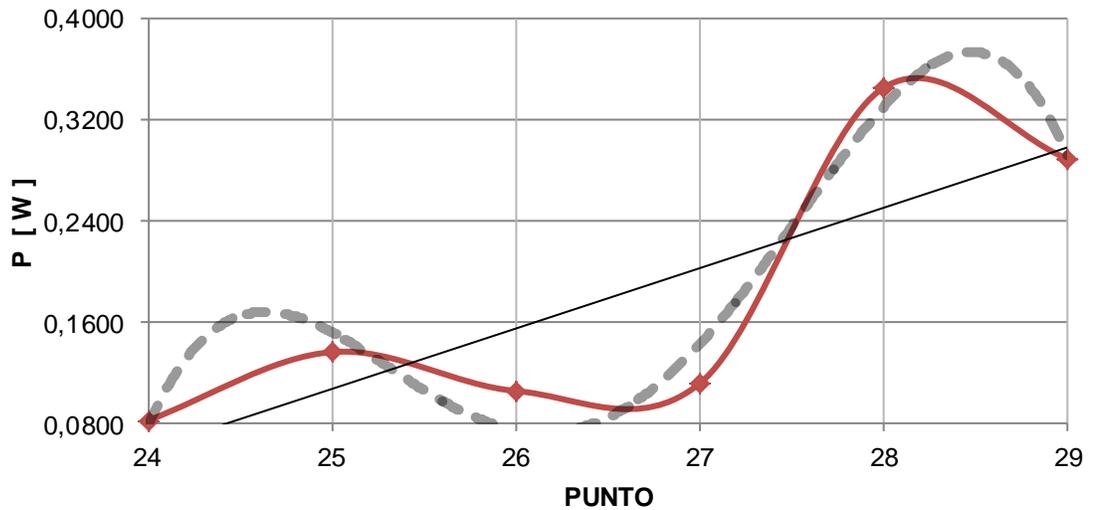


$P = 0.038x + 0.034$

$P = -7E-05x^4 + 0.003x^3 - 0.052x^2 + 0.315x - 0.276$

DIAGRAMA A16-02: Transecto 24-29

Distribución espacial de P en T_{:24-29}



$P = 0.040x - 0.893$

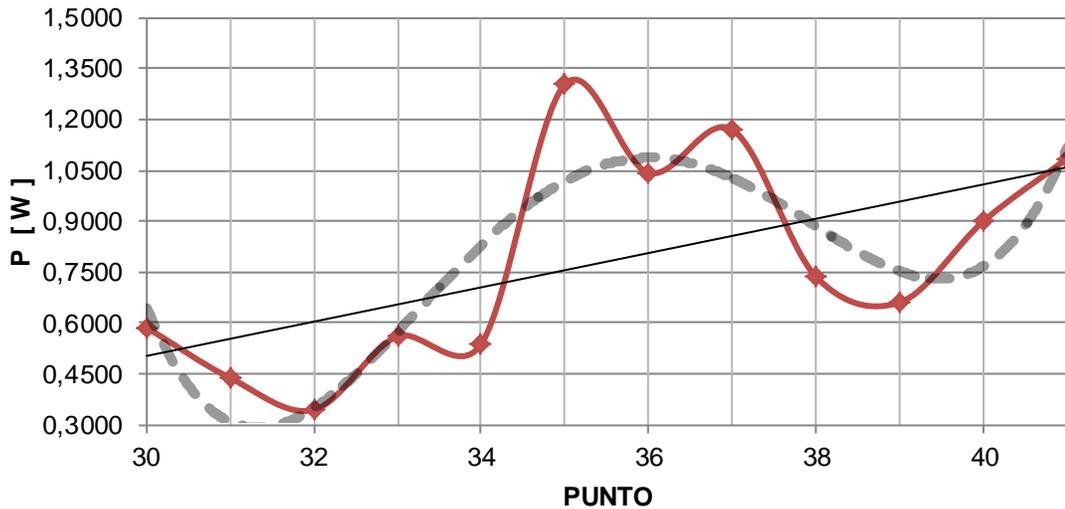
$P = 0.013x^3 - 1.019x^2 + 26.54x - 229.8$



Anexo A16: Distribución espacial y tendencias de P.

DIAGRAMA A16-03: Transecto 30-41

Distribución espacial de P en T_{:30-41}

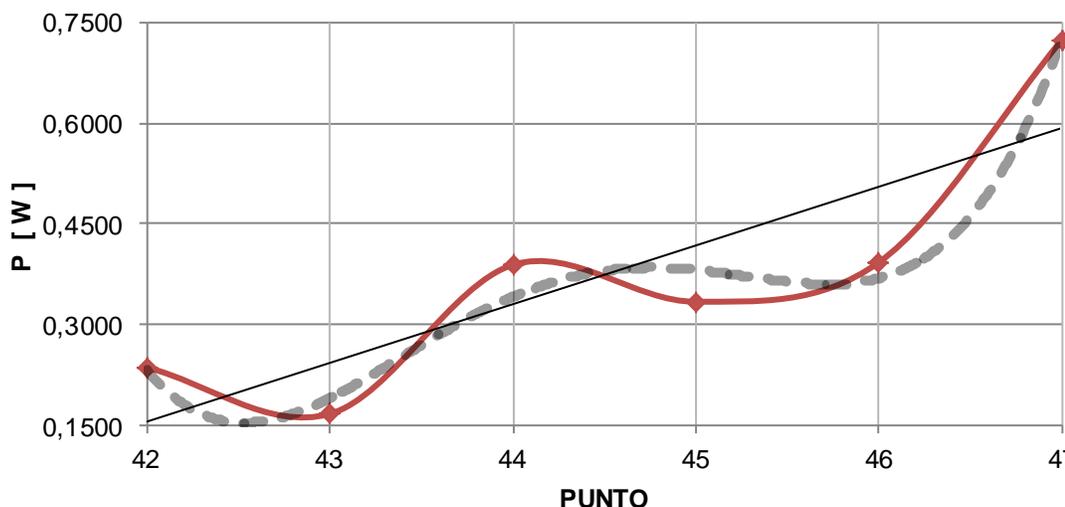


$P = 0.050x - 1.002$

$P = 0.002x^4 - 0.286x^3 + 15.21x^2 - 357.8x + 3141.$

DIAGRAMA A16-04: Transecto 42-47

Distribución espacial de P en T_{:42-47}



$P = 0.087x - 3.512$

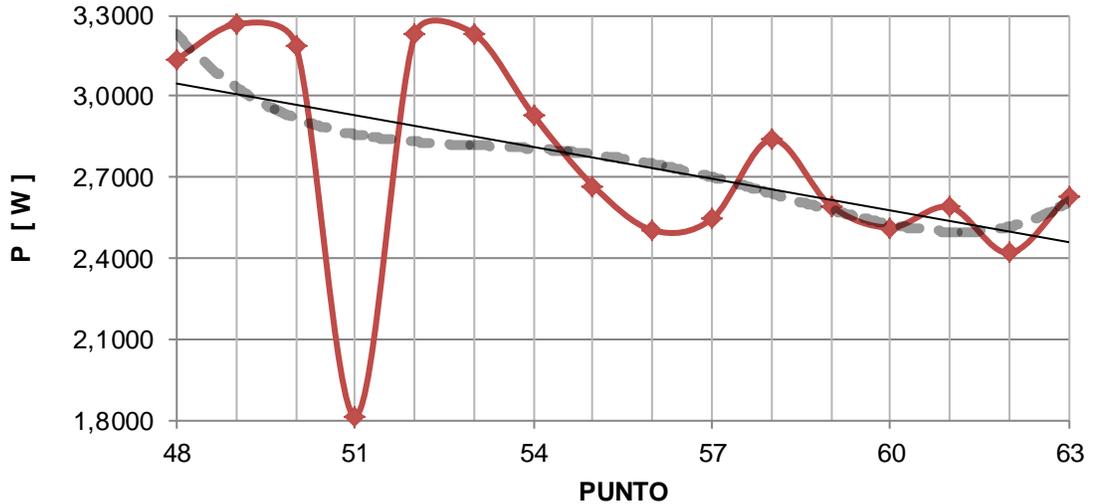
$P = 0.015x^4 - 2.68x^3 + 178.1x^2 - 5260.x + 58225$



Anexo A16: Distribución espacial y tendencias de P.

DIAGRAMA A16-05: Transecto 48-63

Distribución espacial de P en T₄₈₋₆₃



$P = -0.039x + 4.933$

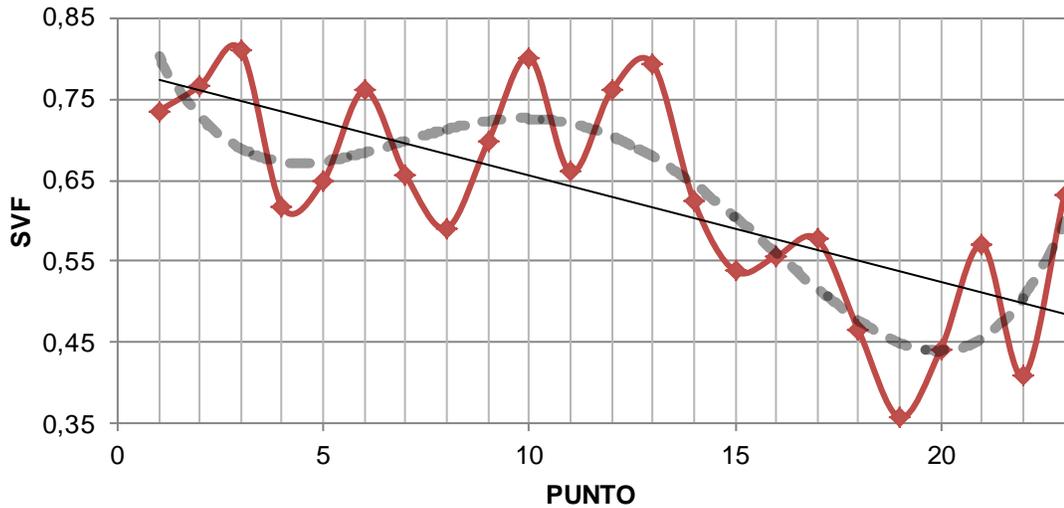
$P = 1.81E-04x^4 - 4.03E-02x^3 + 3.35E+00x^2 - 1.24E+02x + 1.72E+03$



Anexo A17: Distribución espacial y tendencias de SVF.

DIAGRAMA A17-01: Transecto 01-23

Distribución espacial del SVF en T_{.01-23}

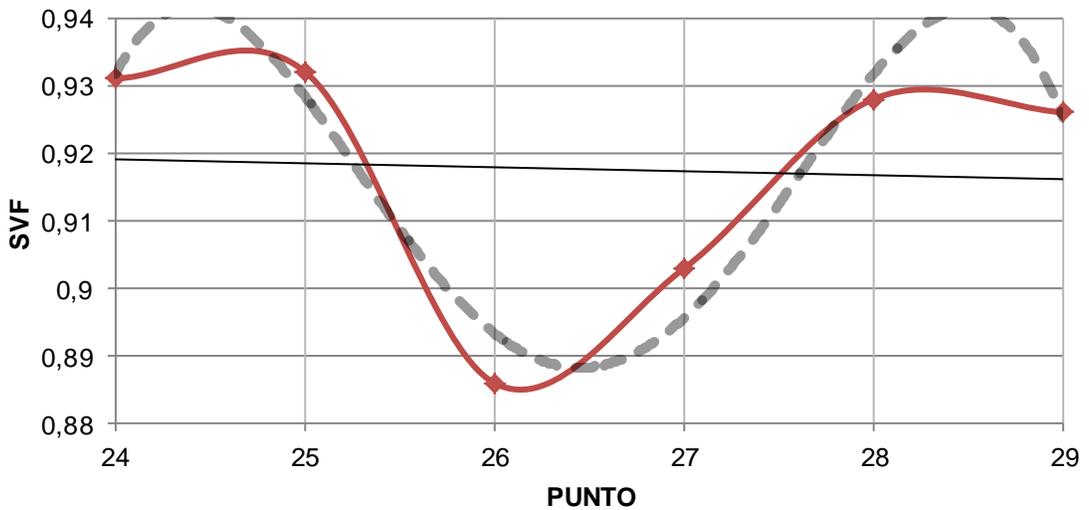


$SVF = 0.013x + 0.471$

$SVF = 4E-05x^4 - 0.002x^3 + 0.033x^2 - 0.179x + 0.748$

DIAGRAMA A17-02: Transecto 24-29

Distribución espacial del SVF en T_{.24-29}



$SVF = -0.000x + 0.932$

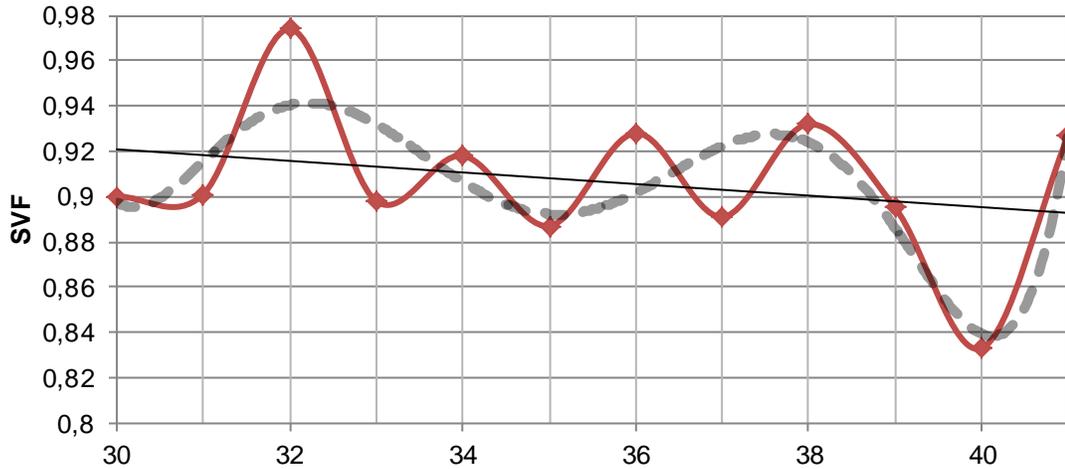
$SVF = -0.003x^4 + 0.319x^3 - 12.65x^2 + 222.2x - 1459.$



Anexo A17: Distribución espacial y tendencias de SVF.

DIAGRAMA A17-03: Transecto 30-41

Distribución espacial del SVF en T_{:30-41}

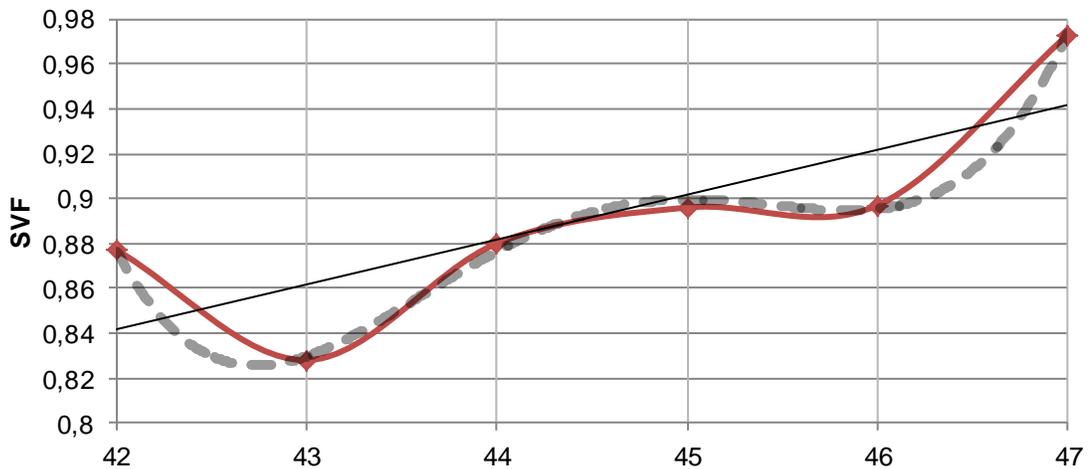


$SVF = -0.002x + 0.998$

$SVF = 2E-05x^6 - 0.005x^5 + 0.448x^4 - 20.86x^3 + 544.2x^2 - 7550.x + 43529$

DIAGRAMA A17-04: Transecto 42-47

Distribución espacial del SVF en T_{:42-47}



$SVF = 0.020x - 0.002$

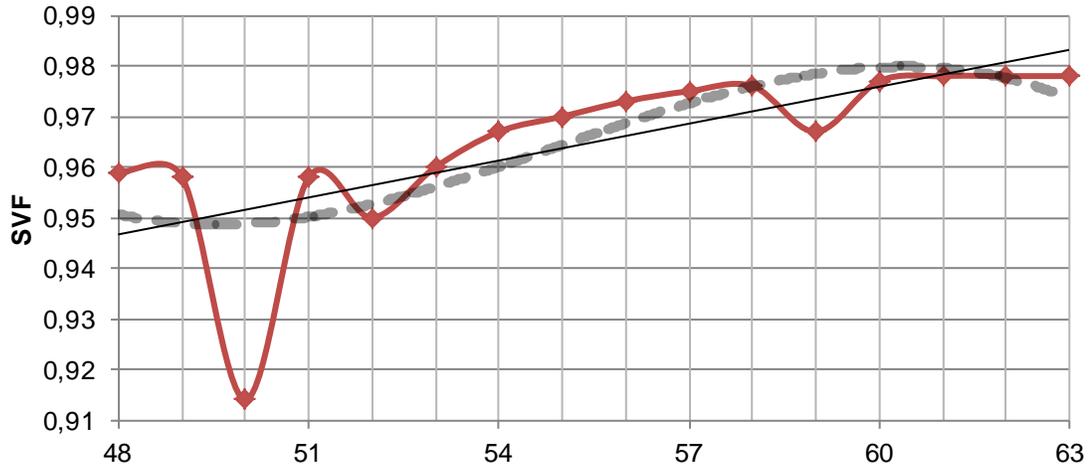
$SVF = 0.004x^4 - 0.842x^3 + 56.24x^2 - 1668.x + 18551$



Anexo A17: Distribución espacial y tendencias de SVF.

DIAGRAMA A17-05: Transecto 48-63

Distribución espacial del SVF en T₄₈₋₆₃



$SVF = 0.002x + 0.830$

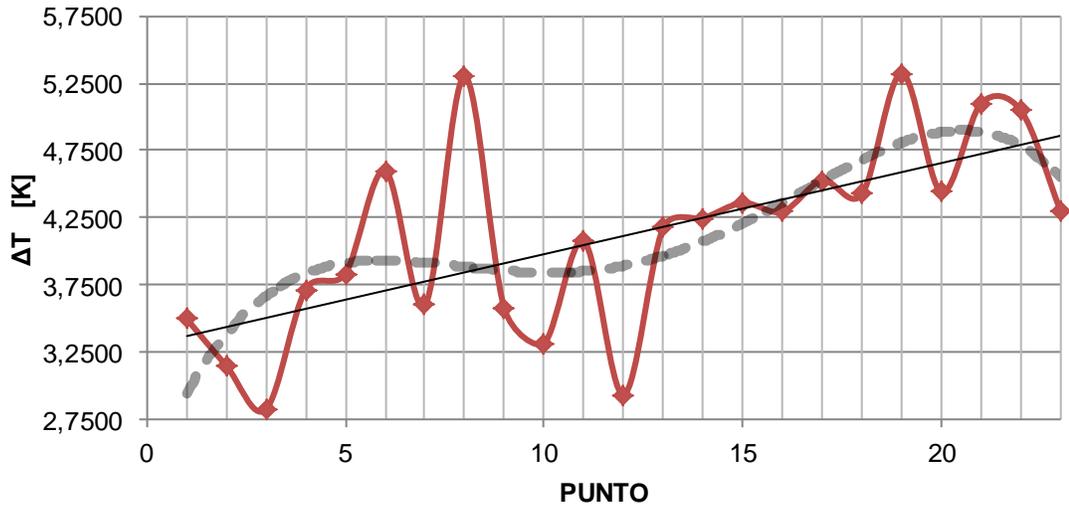
$SVF = -5E-05x^3 + 0.008x^2 - 0.437x + 8.820$



Anexo A18: Distribución espacial y tendencias de ΔT .

DIAGRAMA A18-01: Transecto 01-23

Distribución espacial de ΔT en T_{:01-23}

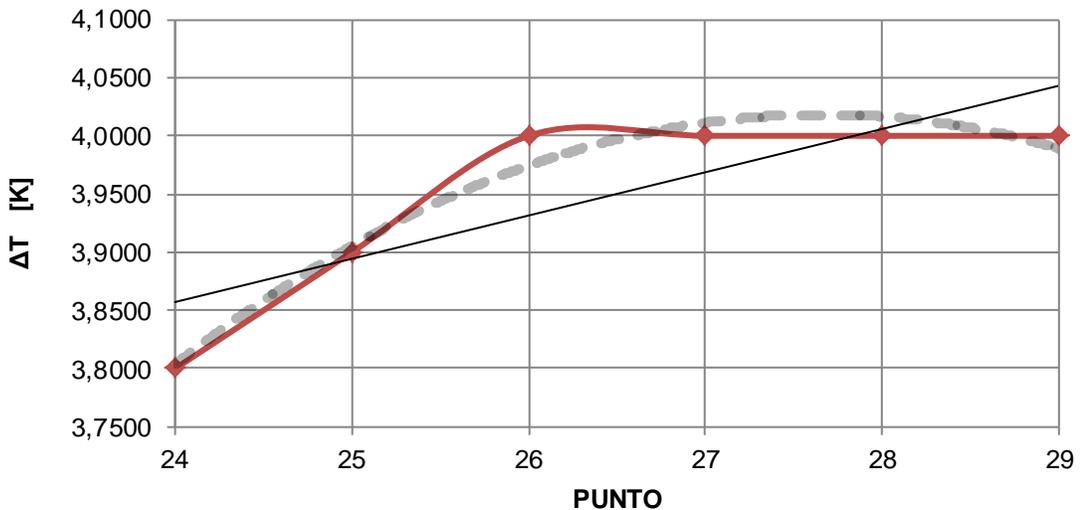


$\Delta T = 0.067x + 3.305$

$\Delta T = -1.49E-04x^4 + 7.29E-03x^3 - 1.17E-01x^2 + 7.39E-01x + 2.32E+00$

DIAGRAMA A18-02: Transecto 24-29

Distribución espacial de ΔT en T_{:24-29}



$\Delta T = 0.035x + 2.996$

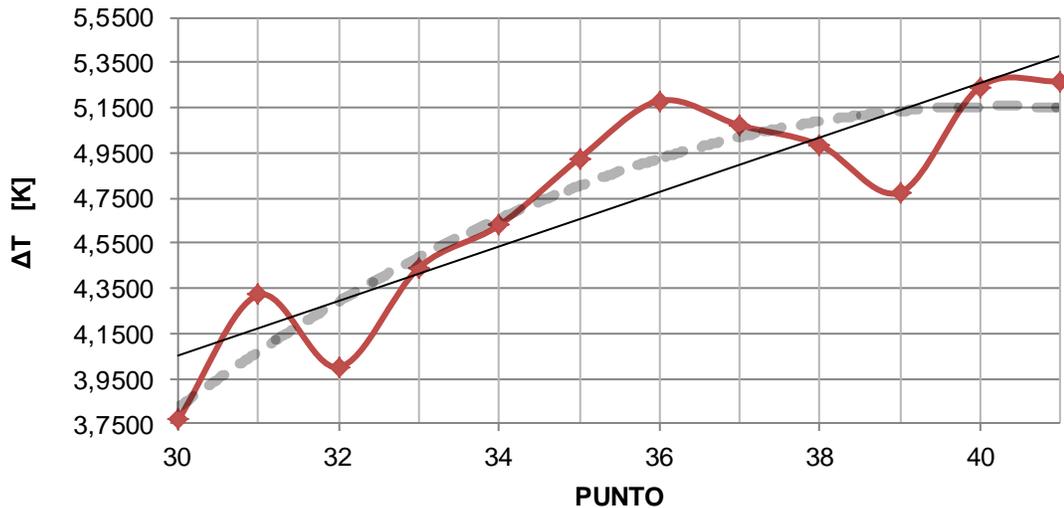
$\Delta T = -0.019x^2 + 1.051x - 10.45$



Anexo A18: Distribución espacial y tendencias de ΔT .

DIAGRAMA A18-03: Transecto 30-41

Distribución espacial de ΔT en T_{:30-41}

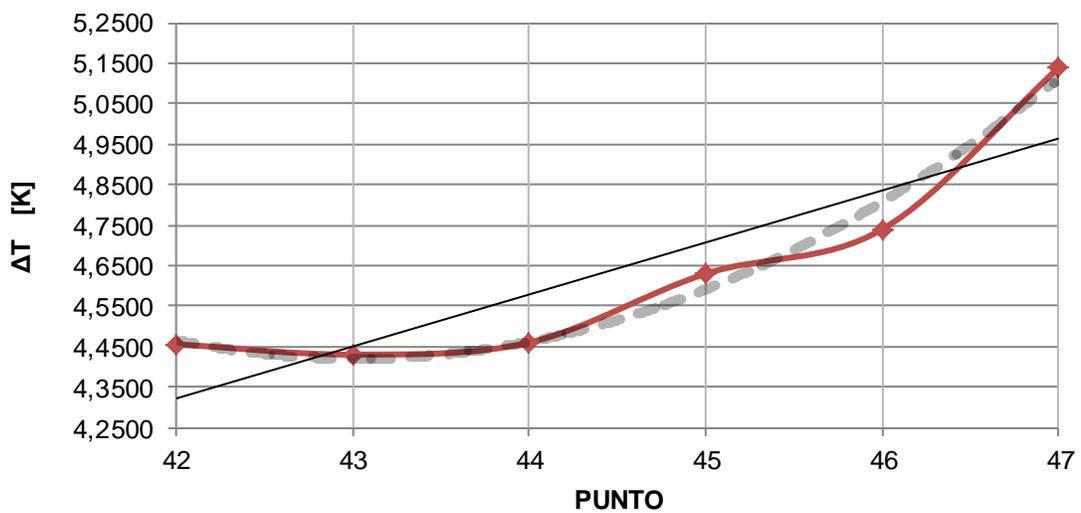


$$\Delta T = 0.120x + 0.430$$

$$\Delta T = -0.012x^2 + 1.016x - 15.31$$

DIAGRAMA A18-04: Transecto 42-47

Distribución espacial de ΔT en T_{:42-47}

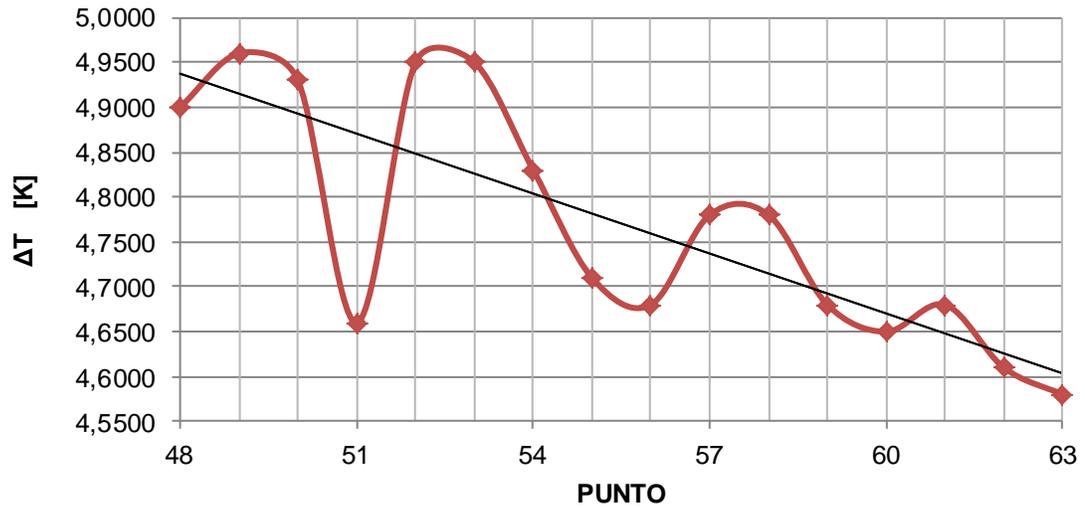


$$\Delta T = 0.129x - 1.106$$

$$\Delta T = 0.043x^2 - 3.761x + 85.33$$

**Anexo A18:** Distribución espacial y tendencias de ΔT .

DIAGRAMA A18-05: Transecto 48-63

Distribución espacial de ΔT en T_{.48-63}

$$\Delta T = -0.022x + 6.003$$

**Anexo A19: Flujo de calor antropogénico.**

CUADRO A19-01.- Transecto 01-23.

CUADRO A19-02.- Transecto 24-29.

CUADRO A19-03.- Transecto 30-41.

Distribución del flujo de calor antropogénico		
Eje vial	#	Qa [W/m ²]
Malecón Simón Bolívar	01	50,0000
Pichincha/Panamá	02	49,8889
Pedro Carbo	03	49,7778
Córdova	04	49,6667
Chile	05	49,5556
Chimborazo/Baquerizo	06	49,4445
Escobedo	07	49,3334
Boyacá	08	49,2223
García avilés	09	49,1112
Rumichaca	10	49,0000
Lorenzo de Garaycoa	11	25,0000
Pedro moncayo	12	24,9167
Quito	13	24,8334
Machala	14	24,7500
Anterpara	15	24,6667
García Moreno	16	24,5834
Del ejército	17	24,5000
José Mascote	18	24,4167
Esmeraldas	19	24,3334
Los Ríos	20	24,2500
Tulcán	21	24,1667
Carchi	22	24,0834
Tungurahua	23	24,0000

Distribución del flujo de calor antropogénico		
Eje vial	#	Qa [W/m ²]
Gral. José Antonio Paez	24	24,0000
Carabobo	25	24,2000
Gral. Daniel Florencio	26	24,4000
Atanasio Girardot	27	24,6000
Antonio Ricaurte	28	24,8000
Del Libertador	29	25,0000

Dr. Fortunato Safadi Emén	30	24,0000
Laboratorio Arnaldo Ruffilli	31	24,0910
Puente de urdesa	32	24,1819
Dr. Otto Arosemena	33	24,2728
Del Rotarismo	34	24,3637
Las monjas	35	24,4546
Ficus	36	24,5455
Guayacanes	37	24,6364
Higueras	38	24,7273
Ilanes	39	24,8182
Jiguas	40	24,9091
Laureles	41	25,0000



Anexo A19: Flujo de calor antropogénico.

CUADRO A19-04.- Transecto 42-47.

CUADRO A19-05.- Transecto 48-63.

CUADRO A19-06.- Promedio de los transectos.

Distribución del flujo de calor antropogénico			
Eje vial	#	Qa [W/m ²]	
T:42-47	Av. 25 de Julio	42	74,0000
	Lizardo García Sorroza	43	74,2000
	Federico Goding	44	74,4000
	Roberto Leví Hoffman	45	74,6000
	Assad Bucaram Elmalín	46	74,8000
	Vicente Ramón Roca	47	75,0000

Distribución del flujo de calor antropogénico			
Eje vial	#	Qa [W/m ²]	
T:48-63	km10	48	10,0000
	km11	49	9,9334
	km12	50	9,8667
	km13	51	9,8000
	km14	52	9,7334
	km15	53	9,6667
	km16	54	9,6000
	km17	55	9,5334
	km18	56	9,4667
	km19	57	9,4000
	km20	58	9,3334
	km21	59	9,2667
	km22	60	9,2000
	km23	61	9,1334
	km24	62	9,0667
	km26	63	9,0000

Qa promedio	valor
$\overline{Qa}_{T:01-23}$ [K]	35,3696
$\overline{Qa}_{T:24-29}$ [K]	24,5000
$\overline{Qa}_{T:30-41}$ [K]	24,5001
$\overline{Qa}_{T:42-47}$ [K]	74,5000
$\overline{Qa}_{T:48-63}$ [K]	9,5001



Anexo A20: Cuadro resumen de variables.

Punto	Vía	Nomenclatura alfa-numérica/ Referencia	Variables					
			SVF [-]	Cs [MJ/(K.m²)]	G [m²]	Qa [W/m²]	ΔT [K]	
01	Malecón Simón Bolívar	Av. 12 SE	0,6320	2,9212	30638,7929	50,0000	4,3000	9 de octubre
02	Pichincha/Panamá	Av. 11 SE	0,4090	1,9321	41465,6260	49,8889	5,0462	
03	Pedro Carbo	Av. 10 SE	0,5700	1,6414	14943,1553	49,7778	5,1000	
04	Córdova	Av. 9 SE	0,4420	2,5917	52938,1272	49,6667	4,4400	
05	Chile	Av. 9 SE	0,3580	1,3384	24053,1405	49,5556	5,3223	
06	Chimborazo/Baquerizo Moreno	Av. 8 SE	0,4650	2,0578	28524,4688	49,4445	4,4250	
07	Escobedo	Av. 7 SE	0,5770	1,5554	18854,6605	49,3334	4,5273	
08	Boyacá	Av. 6 SE	0,5560	1,6867	32612,4844	49,2223	4,2953	
09	García avilés	Av. 5 SE	0,5380	1,4477	30568,8080	49,1112	4,3591	
10	Rumichaca	Av. 4 SE	0,6240	1,7259	33002,7666	49,0000	4,2455	
11	Lorenzo de Garaycoa	Av. 3 SE	0,7930	1,3366	20950,6687	25,0000	4,1750	
12	Pedro moncayo	Av. 1 SE	0,7600	1,4805	19210,1503	24,9167	2,9334	
13	Quito	Eje N-S	0,6600	1,8124	22380,3701	24,8334	4,0750	Av. Delta
14	Machala	Av. 1 SO	0,8010	1,5505	13121,2705	24,7500	3,3167	
15	Anterpara	Av. 2 SO	0,6970	1,5371	12190,0418	24,6667	3,5750	
16	García Moreno	Av. 3 SO	0,5910	1,7243	26619,1682	24,5834	5,3000	
17	Del ejército	Av. 4 SO	0,6560	1,6472	18757,3324	24,5000	3,6000	
18	José Mascote	Av. 5 SO	0,7600	1,4626	11970,8139	24,4167	4,6000	
19	Esmeraldas	Av. 6 SO	0,6490	1,9265	30429,1135	24,3334	3,8334	
20	Los Ríos	Av. 7 SO	0,6170	1,9007	22955,3030	24,2500	3,7167	
21	Tulcán	Av. 8 SO	0,8100	1,3175	18771,4747	24,1667	2,8250	
22	Carchi	Av. 9 SO	0,7660	1,5161	24448,0824	24,0834	3,1500	
23	Tungurahua	Av. 10 SO	0,7350	1,6216	17076,5567	24,0000	3,5000	
24	Gral. José Antonio Paez	1er CJ 8 NO	0,9310	1,3457	6998,2745	24,0000	3,8000		Victor emilio estrada
25	Carabobo	2do CJ 8 NO	0,9320	1,2580	10405,8130	24,2000	3,9000	
26	Gral. Daniel Florencio O'Leary	3er CJ 8 NO	0,8860	1,4058	7290,4034	24,4000	4,0000	
27	Atanasio Girardot	4to CJ 8 NO	0,9030	1,3654	7727,5351	24,6000	4,0000	
28	Antonio Ricaurte	5to CJ 8 NO	0,9280	1,3288	23767,4271	24,8000	4,0000	
29	Del Libertador	Calle 8A NO	0,9260	1,2865	19879,2017	25,0000	4,0000	
30	Dr. Fortunato Safadi Emén	-----	0,9000	1,4501	51424,0893	24,0000	3,7667	Portete de T.
31	Laboratorio Arnaldo Ruffilli	-----	0,9010	1,1001	22182,4297	24,0910	4,3200	
32	Puente de urdesa	-----	0,9740	1,2040	23692,9060	24,1819	4,0000	
33	Dr. Otto Arosemena Gómez	Av. 23 NO	0,8980	1,2236	25444,5094	24,2728	4,4400	
34	Del Rotarismo	Av. 26 NO	0,9180	1,2385	20664,5317	24,3637	4,6286	
35	Las monjas	Av. 28 NO	0,8870	1,2604	39063,2893	24,4546	4,9250	
36	Ficus	Av. 29 NO	0,9280	1,2961	25522,3907	24,5455	5,1800	
37	Guayacanes	Av. 30 NO	0,8910	1,3861	31166,5705	24,6364	5,0715	
38	Higueras	Av. 31 NO	0,9320	1,3171	21041,7196	24,7273	4,9834	
39	Ilanes	Av. 32 NO	0,8950	1,3957	22417,7189	24,8182	4,7750	
40	Jiguas	Av. 34 NO	0,8330	1,3926	21005,5603	24,9091	5,2429	
41	Laureles	Av. 36 NO	0,9270	1,3008	24864,2204	25,0000	5,2667	
42	Av. 25 de Julio	Eje N-S	0,8770	1,4848	10582,6515	74,0000	4,4556	autopista Guayaquil-Salinas
43	Lizardo García Sorroza	Av. 11 SO	0,8280	1,3159	7675,1955	74,2000	4,4300	
44	Federico Goding	Av. 20 SO	0,8800	1,4032	17339,2235	74,4000	4,4600	
45	Roberto Leví Hoffman	Av. 30 SO	0,8960	1,3883	12828,8825	74,6000	4,6300	
46	Assad Bucaram Elmalín	Av. 38 SO	0,8970	1,3489	13724,9775	74,8000	4,7400	
47	Vicente Ramón Roca	Av. 49 SO	0,9730	1,3042	18285,5395	75,0000	5,1400	
48	km10	Puerto Azul	0,9590	1,3472	95998,6911	10,0000	4,9000	autopista Guayaquil-Salinas
49	km11	Belo Horizonte	0,9580	1,5044	95190,7093	9,9334	4,9600	
50	km12	Porto Fino	0,9140	1,4759	95250,7254	9,8667	4,9300	
51	km13	Laguna Club	0,9580	1,5996	67802,1454	9,8000	4,6600	
52	km14	Terranostra	0,9500	1,5575	94817,3123	9,7334	4,9500	
53	km15	Vía al Sol	0,9600	1,5584	94936,9923	9,6667	4,9500	
54	km16	Bagette	0,9670	1,5561	94916,4968	9,6000	4,8300	
55	km17	Puerto Hondo	0,9700	1,4622	95610,5737	9,5334	4,7100	
56	km18	G.I.R.	0,9730	1,5944	92023,5421	9,4667	4,6800	
57	km19	Ditelme	0,9750	1,5615	85985,2949	9,4000	4,7800	
58	km20	Ecuamármol	0,9760	1,5634	95913,2062	9,3334	4,7800	
59	km21	Colegio SEK	0,9670	1,5599	95343,4667	9,2667	4,6800	
60	km22	Valle Alto	0,9770	1,5673	94795,2757	9,2000	4,6500	
61	km23	Testigos de Jehová	0,9780	1,5926	95175,1904	9,1334	4,6800	
62	km24	Estación de Peaje Chongón	0,9780	1,6076	94451,9549	9,0667	4,6100	
63	km26	Embalse Chongón	0,9780	1,6280	105418,9224	9,0000	4,5800	



Anexo A21: Análisis de regresión lineal múltiple.

Transecto T₀₁₋₂₃

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0,769371176
R Square	0,591932006
Adjusted R Square	0,501250229
Standard Error	0,505161245
Observations	23

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	6,663031	1,665758	6,527574	0,001985259
Residual	18	4,593382	0,255188		
Total	22	11,25641			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	6,994580472	1,424443	4,910396	0,000113	4,001936202	9,987225	4,001936	9,987225
SVF [-]	-4,371089183	1,453957	-3,00634	0,00758	-7,425739023	-1,31644	-7,42574	-1,31644
Cs [MJ/(K.m ²)]	0,025049983	0,361128	0,069366	0,945463	-0,733651976	0,783752	-0,73365	0,783752
G [m ²]	-1,88485E-05	1,71E-05	-1,10351	0,284341	-5,47332E-05	1,7E-05	-5,5E-05	1,7E-05
Qa [W/m ²]	0,00823571	0,013801	0,596731	0,558119	-0,020759913	0,037231	-0,02076	0,037231

RESIDUAL OUTPUT

Observation	Predicted ΔT [K]	Residuals
1	4,139519859	0,16048
2	4,884511796	0,161688
3	4,67247689	0,427523
4	4,538719978	-0,09872
5	5,418018574	-0,09572
6	4,883140393	-0,45814
7	4,562339206	-0,03504
8	4,397192495	-0,10189
9	4,5074903	-0,14839
10	4,091753377	0,153747
11	3,372793672	0,802206
12	3,552764348	-0,61936
13	3,93774759	0,137252
14	3,488696245	-0,172
15	3,959820034	-0,38482
16	4,155192138	1,144808
17	4,01663655	-0,41664
18	3,68464837	0,915352
19	3,83286358	0,000536
20	4,112275031	-0,39558
21	3,332218314	-0,50722
22	3,421839872	-0,27184
23	3,698241387	-0,19824



Anexo A21: Análisis de regresión lineal múltiple.

Transecto T:24-29

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0,981873423
R Square	0,96407542
Adjusted R Square	0,820377098
Standard Error	0,035459277
Observations	6

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	0,033743	0,008436	6,709024	0,280902178
Residual	1	0,001257	0,001257		
Total	5	0,035			

	Coefficients	Standard Err	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	6,610317435	4,656523	1,419582	0,39069	-52,55641102	65,77705	-52,5564	65,77705
SVF [-]	-4,45223038	2,162574	-2,05876	0,287857	-31,93033581	23,02588	-31,9303	23,02588
Cs [MJ/(K.m ²)]	-0,595335277	0,570504	-1,04353	0,486443	-7,844273681	6,653603	-7,84427	6,653603
G [m ²]	4,96895E-06	5,71E-06	0,870198	0,544114	-6,75851E-05	7,75E-05	-6,8E-05	7,75E-05
Qa [W/m ²]	0,087965597	0,10342	0,850565	0,551296	-1,226112276	1,402043	-1,22611	1,402043

RESIDUAL OUTPUT

Observation	Predicted $\Delta T [K]$	Residuals
1	3,810096645	-0,0101
2	3,892380312	0,00762
3	4,011305174	-0,01131
4	3,979434006	0,020566
5	3,987211991	0,012788
6	4,019571872	-0,01957



Anexo A21: Análisis de regresión lineal múltiple.

Transecto T:30-41

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,916958326
R Square	0,840812571
Adjusted R Square	0,749848326
Standard Error	0,247594002
Observations	12

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	4	2,266568	0,566642	9,24333	0,006345857
Residual	7	0,42912	0,061303		
Total	11	2,695687			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	-31,21466232	9,153437	-3,41016	0,011285	-52,85910037	-9,57022	-52,8591	-9,57022
SVF [-]	-2,227174738	2,438249	-0,91343	0,391391	-7,992718174	3,538369	-7,99272	3,538369
Cs [MJ/(K.m2)]	-1,942746514	1,239636	-1,56719	0,161055	-4,874019468	0,988526	-4,87402	0,988526
G [m^2]	1,07017E-05	1,33E-05	0,803213	0,448262	-2,08036E-05	4,22E-05	-2,1E-05	4,22E-05
Qa [W/m^2]	1,639929044	0,376225	4,358908	0,003319	0,750298874	2,529559	0,750299	2,529559

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted ΔT [K]</i>	<i>Residuals</i>
1	3,872326208	-0,10563
2	4,386358231	-0,06636
3	4,187157334	-0,18716
4	4,486159476	-0,04616
5	4,510584696	0,118015
6	4,883048597	0,041951
7	4,726537225	0,453463
8	4,843567404	0,227933
9	4,927019127	0,056381
10	5,020519806	-0,24552
11	5,298584199	-0,05568
12	5,457937697	-0,19124



Anexo A21: Análisis de regresión lineal múltiple.

Sub-transecto T:30-35

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,994251441
R Square	0,988535928
Adjusted R Square	0,942679638
Standard Error	0,100436219
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	4	0,86983	0,217457	21,55726	0,159991882
Residual	1	0,010087	0,010087		
Total	5	0,879917			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	-37,80279862	7,684742	-4,9192	0,127676	-135,4467061	59,84111	-135,447	59,84111
SVF [-]	-4,553036912	1,76126	-2,5851	0,234978	-26,93196321	17,82589	-26,932	17,82589
Cs [MJ/(K.m ²)]	-1,255451625	0,85047	-1,47619	0,379051	-12,06169855	9,550795	-12,0617	9,550795
G [m ²]	2,69304E-06	8,87E-06	0,30376	0,812259	-0,000109956	0,000115	-0,00011	0,000115
Qa [W/m ²]	1,972523179	0,291528	6,766153	0,093413	-1,731691539	5,676738	-1,73169	5,676738

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted ΔT [K]</i>	<i>Residuals</i>
1	3,757981169	0,008719
2	4,293586862	0,026413
3	4,014143873	-0,01414
4	4,519587321	-0,07959
5	4,576250041	0,05235
6	4,918750735	0,006249



Anexo A21: Análisis de regresión lineal múltiple.

Sub-transecto T:36-41

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,997125994
R Square	0,994260249
Adjusted R Square	0,971301243
Standard Error	0,031562685
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	4	0,172566	0,043141	43,30589	0,113424295
Residual	1	0,000996	0,000996		
Total	5	0,173562			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	13,16064446	2,894987	4,546011	0,137844	-23,62365926	49,94495	-23,6237	49,94495
SVF [-]	-7,165342531	0,675887	-10,6014	0,059873	-15,75330573	1,422621	-15,7533	1,422621
Cs [MJ/(K.m ²)]	-6,310828754	0,512298	-12,3187	0,051566	-12,82019021	0,198533	-12,8202	0,198533
G [m ²]	2,60616E-05	4,21E-06	6,185871	0,102032	-2,74708E-05	7,96E-05	-2,7E-05	7,96E-05
Qa [W/m ²]	0,252498618	0,096825	2,607789	0,233113	-0,977777182	1,482774	-0,97778	1,482774

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted ΔT [K]</i>	<i>Residuals</i>
1	5,19460131	-0,0146
2	5,061793034	0,009707
3	4,962543203	0,020857
4	4,790442642	-0,01544
5	5,240406421	0,002494
6	5,26971339	-0,00301



Anexo A21: Análisis de regresión lineal múltiple.

Transecto T:42-47

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,997241958
R Square	0,994491523
Adjusted R Square	0,972457614
Standard Error	0,045180048
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	4	0,368522	0,09213	45,13459	0,111124257
Residual	1	0,002041	0,002041		
Total	5	0,370563			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	-2,372180295	11,26385	-0,2106	0,867858	-145,4929641	140,7486	-145,493	140,7486
SVF [-]	5,816539	0,953404	6,100811	0,10343	-6,297610513	17,93069	-6,29761	17,93069
Cs [MJ/(K.m ²)]	-1,239084216	0,522521	-2,37136	0,254057	-7,87834004	5,400172	-7,87834	5,400172
G [m ²]	-1,79473E-05	8,92E-06	-2,01139	0,293724	-0,000131323	9,54E-05	-0,00013	9,54E-05
Qa [W/m ²]	0,050614363	0,150929	0,335352	0,794011	-1,86712196	1,968351	-1,86712	1,968351

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted ΔT [K]</i>	<i>Residuals</i>
1	4,444664982	0,010935
2	4,431239753	-0,00124
3	4,462207392	-0,00221
4	4,664805686	-0,03481
5	4,71348253	0,026517
6	5,139199657	0,0008



Anexo A21: Análisis de regresión lineal múltiple.

Transecto T:48-63

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0,896449971
R Square	0,80362255
Adjusted R Square	0,732212568
Standard Error	0,068559831
Observations	16

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	0,211589	0,052897	11,25364	0,000701451
Residual	11	0,051705	0,0047		
Total	15	0,263294			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	-0,974929795	2,931128	-0,33261	0,745679	-7,426299073	5,476439	-7,4263	5,476439
SVF [-]	-0,303050763	1,604861	-0,18883	0,853662	-3,835324963	3,229223	-3,83532	3,229223
Cs [MJ/(K.m2)]	0,530514788	0,412326	1,28664	0,224638	-0,377008126	1,438038	-0,37701	1,438038
G [m^2]	8,41872E-06	2,92E-06	2,883748	0,014871	1,99324E-06	1,48E-05	1,99E-06	1,48E-05
Qa [W/m^2]	0,466512277	0,119764	3,895276	0,002497	0,20291438	0,73011	0,202914	0,73011

RESIDUAL OUTPUT

Observation	Predicted ΔT [K]	Residuals
1	4,922463192	-0,02246
2	4,968291275	-0,00829
3	4,935894727	-0,00589
4	4,725986815	-0,06599
5	4,902440035	0,04756
6	4,869778174	0,080222
7	4,83514772	-0,00515
8	4,759196753	-0,0492
9	4,767107062	-0,08711
10	4,667096325	0,112904
11	4,720311868	0,059688
12	4,685269676	-0,00527
13	4,650433541	-0,00043
14	4,635681193	0,044319
15	4,606433827	0,003566
16	4,67846782	-0,09847

ANEXOS A	202
ANEXO A1a: Simbología general.....	203
ANEXO A1b: Formatos empleados.....	207
ANEXO A2: Coordenadas de los transectos.....	216
ANEXO A3: Propiedades físicas de los materiales.....	217
ANEXO A4: Superficie según material de cobertura.....	219
ANEXO A5: Masa térmica según material de cobertura.....	222
ANEXO A6a: Masa térmica por unidad de superficie.....	225
ANEXO A6b: Masa térmica de edificios por unidad de superficie.....	227
ANEXO A7: Capacidad térmica según material de cobertura.....	229
ANEXO A8: Capacidad térmica por unidad de superficie.....	232
ANEXO A9: Poder emisivo de las coberturas.....	234
ANEXO A10: Factor de cielo visible.....	237
ANEXO A11: Temperaturas (Explicación de procedimientos).....	246
ANEXO A11a: Registro de temperaturas de la estación fija.....	247
ANEXO A11b: Registro de temperaturas de la estación móvil.....	252
ANEXO A11c: Perfil térmico instantáneo.....	276
ANEXO A12: Perfil térmico actual (diferencia promedio de temperaturas).....	288
ANEXO A13: Distribución espacial y tendencias de M/A.....	290
ANEXO A14: Distribución espacial y tendencias de BM.....	293
ANEXO A15: Distribución espacial y tendencias de Cs.....	296
ANEXO A16: Distribución espacial y tendencias de P.....	299
ANEXO A17: Distribución espacial y tendencias de SVF.....	302
ANEXO A18: Distribución espacial y tendencias de ΔT	305
ANEXO A19: Flujo de calor antropogénico.....	308
ANEXO A20: Cuadro resumen de variables.....	310
ANEXO A21: Análisis de regresión lineal múltiple.....	311



ANEXOS B



ANEXO B1: Características urbanas de los transectos según la normativa municipal vigente.

TRANSECTO	ZONA URBANA	USO PREDOMINANTE DE SUELO	TIPO DE VÍA	DERECHO DE VÍA [M]	SECCIÓN PROMEDIO ACTUAL DE VÍA [M]	QA ASIGNADO [W/M^2]	QA POSIBLE [W/M^2]
T:01-23	ZC	COMERCIO AL POR MENOR/DETAL, ASOCIACIONES COMERCIALES, PROFESIONALES Y LABORALES, SERVICIOS PRESTADOS	V4	25-30	30,36	25-50	25-50
T:24-29	ZRB	VIVIENDA, CENTROS COMERCIALES COMERCIO AL POR MENOR, EDUCACIÓN, CENTROS DE ESPARCIMIENTO.	V4	25-30	24,64	25	37,5
	CC-E	VIVIENDA, SERVICIOS PROFESIONALES, ALOJAMIENTO, COMERCIO AL POR MENOR/DETAL, RESTAURANTES, CULTURA				25	37,5
T:30-41	ZRA	VIVIENDA, CENTROS COMERCIALES COMERCIO AL POR MENOR	V4	25-30	30,32	25	37,5
	CC-VE	VIVIENDA, SUPERMERCADOS, COMERCIO MINORISTA, SERVICIOS PROFESIONALES				25	37,5
T:30-35	ZRA	VIVIENDA, CENTROS COMERCIALES COMERCIO AL POR MENOR	V4	25-30	31,02	25	37,5
	CC-VE	VIVIENDA, SUPERMERCADOS, COMERCIO MINORISTA, SERVICIOS PROFESIONALES				25	37,5
T:36-41	ZRA	VIVIENDA, CENTROS COMERCIALES COMERCIO AL POR MENOR	V4	25-30	29,61	25	37,5
	CC-VE	VIVIENDA, SUPERMERCADOS, COMERCIO MINORISTA, SERVICIOS PROFESIONALES				25	37,5
T:42-47	ZMR	VIVIENDA, CENTROS COMERCIALES COMERCIO AL POR MENOR, EDUCACIÓN, CENTROS DE ESPARCIMIENTO.	V3	30-70	27,07	75	75
	CC-F	VIVIENDA, SERVICIOS PRESTADOS, REPARACIÓN, COMERCIO AL POR MENOR/DETAL, CULTURA				75	75
T:48-63	ZRB	VIVIENDA, CENTROS COMERCIALES COMERCIO AL POR MENOR, EDUCACIÓN, CENTROS DE ESPARCIMIENTO.	V1	90-100	36,91	10	17,5

ANEXO B2: Superficie modificada de material de cobertura según escenario hipotético#1.

CUADRO B2-01.- Transecto T:24-29.

T: 24-29	A'' _{mat} [m ²] - Superficie de material de cobertura modificada según escenario hipotético#1														A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	#	A'' _j	A'' _{j+1}	A'' _{j+2}	A'' _{j+3}	A'' _{j+4}	A'' _{j+5}	A'' _{j+6}	A'' _{j+7}	A'' _{j+8}	A'' _{k-1}	A _k	A _{OS}	A'' _{k+1}			A'' _{k+2}
24	1157						495					4107	1269	941	952	7652,1786	4814,9085
25	1066						316					8094	2621	882	1003	11360,2448	5887,9647
26	1910											4595	1366	555	998	8058,8160	4829,9992
27	1076											5219	1605	426	1741	8462,4454	4848,4982
28	1780											21005	5744	587	2570	25941,6610	10680,1644
29	3117											15554	5056	1204	1949	21823,7902	11326,4842
							811				58574	17663	4596	9213	83299,1360	42388,0192	
	ΣA'' _j	ΣA'' _{j+1}	ΣA'' _{j+2}	ΣA'' _{j+3}	ΣA'' _{j+4}	ΣA'' _{j+5}	ΣA'' _{j+6}	ΣA'' _{j+7}	ΣA'' _{j+8}	ΣA'' _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA'' _{k+1}	ΣA'' _{k+2}	ΣA _M	ΣA _H	
	23,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	41,7%	10,8%	21,7%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100		
	12,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	70,3%	-	-	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100		

CUADRO B2-02.- Transecto T:30-41.

T: 30-41	A'' _{mat} [m ²] - Superficie de material de cobertura modificada según escenario hipotético#1														A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	#	A'' _j	A'' _{j+1}	A'' _{j+2}	A'' _{j+3}	A'' _{j+4}	A'' _{j+5}	A'' _{j+6}	A'' _{j+7}	A'' _{j+8}	A'' _{k-1}	A _k	A _{OS}	A'' _{k+1}			A'' _{k+2}
30	1841											38292	9169		15732	55864,8176	26741,3978
31	4145											8535	8535		11620	24300,4234	24300,4234
32	5945				4549	4752						4144	4144		6860	26249,7088	26249,7088
33	1894				1615	3787						18730	5031		1560	27586,2245	13887,0639
34	1577				3377							16749	5225		1150	22852,7606	11328,7493
35	3148				3505							35157	9989		1127	42938,0219	17769,5693
36	2263											20658	6302		4940	27860,2095	13504,8071
37	2273											26537	6785		5184	33993,2721	14241,5161
38	1773											17293	5038		3898	22963,9471	10708,7460
39	1671											19106	4814		3677	24454,2187	10161,6490
40	1404											17862	4521		3633	22899,5080	9558,5520
41	1921											20733	6129		4469	27123,9270	12519,5107
							13047	8539				243798	75682	63850	359087,0392	190971,6934	
	ΣA'' _j	ΣA'' _{j+1}	ΣA'' _{j+2}	ΣA'' _{j+3}	ΣA'' _{j+4}	ΣA'' _{j+5}	ΣA'' _{j+6}	ΣA'' _{j+7}	ΣA'' _{j+8}	ΣA'' _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA'' _{k+1}	ΣA'' _{k+2}	ΣA _M	ΣA _H	
	15,6%	0,0%	0,0%	0,0%	6,8%	4,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	39,6%	0,0%	33,4%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100		
	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	67,9%	-	-	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100		



ANEXO B2: Superficie modificada de material de cobertura según escenario hipotético#1.

CUADRO B2-03.- Transecto T:42-47.

T:42-47 #	A'' _{mat} [m ²] - Superficie de material de cobertura modificada según escenario hipotético#1													A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	A'' _j	A'' _{j+1}	A'' _{j+2}	A'' _{j+3}	A'' _{j+4}	A'' _{j+5}	A'' _{j+6}	A'' _{j+7}	A'' _{j+8}	A'' _{k-1}	A _k	A _{OS}	A'' _{k+1}			A'' _{k+2}
42	1217										7841	1862	2537		11595,5152	5615,7982
43	488										6440	1847		1436	8364,1395	3771,0088
44	1124										14348	3615		3423	18895,3217	8161,6176
45	1030										10014	2663		2948	13990,7316	6640,6467
46	836										10493	3024		3613	14942,7938	7473,9493
47	1012										15588	4495		3316	19916,5462	8823,5284

5708											64725	17507	2537	14736	87705,0480	40486,5490
ΣA'' _j	ΣA'' _{j+1}	ΣA'' _{j+2}	ΣA'' _{j+3}	ΣA'' _{j+4}	ΣA'' _{j+5}	ΣA'' _{j+6}	ΣA'' _{j+7}	ΣA'' _{j+8}	ΣA'' _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA'' _{k+1}	ΣA'' _{k+2}	ΣA _M	ΣA _H	
14,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	43,2%	6,3%	36,4%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100		
6,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	73,8%	-	-	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100		

CUADRO B2-04.- Transecto T:48-63.

T:48-63 #	A'' _{mat} [m ²] - Superficie de material de cobertura modificada según escenario hipotético#1													A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	A'' _j	A'' _{j+1}	A'' _{j+2}	A'' _{j+3}	A'' _{j+4}	A'' _{j+5}	A'' _{j+6}	A'' _{j+7}	A'' _{j+8}	A'' _{k-1}	A _k	A _{OS}	A'' _{k+1}			A'' _{k+2}
48				21372		67603			11218						100192,9242	100192,9242
49				21346		61028			17649						100023,3958	100023,3958
50				22417		61351			16226						99994,0815	99994,0815
51				21754		36000			13967						71720,9948	71720,9948
52				21545		58575			19746						99866,5148	99866,5148
53				21720		58508			19773						100000,2708	100000,2708
54				23306		57391			19317						100013,7651	100013,7651
55				23739		61178			15430						100347,4924	100347,4924
56				23782		53349			20028						97158,5703	97158,5703
57				12449		58286			19644						90379,7897	90379,7897
58				22872		58224			19980						101076,3546	101076,3546
59				22095		58487			19861						100443,1530	100443,1530
60				23284		56890			19760						99934,1402	99934,1402
61				27952		52734			19887						100572,9664	100572,9664
62				33698		47304			19040						100041,6436	100041,6436
63				38099		51569			22101						111769,3657	111769,3657

			381431		898478				293627						1573535,4229	1573535,4229
ΣA'' _j	ΣA'' _{j+1}	ΣA'' _{j+2}	ΣA'' _{j+3}	ΣA'' _{j+4}	ΣA'' _{j+5}	ΣA'' _{j+6}	ΣA'' _{j+7}	ΣA'' _{j+8}	ΣA'' _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA'' _{k+1}	ΣA'' _{k+2}	ΣA _M	ΣA _H	
0,0%	0,0%	0,0%	24,2%	0,0%	57,1%	0,0%	0,0%	18,7%	0,0%	-	0,0%	0,0%	0,0%	%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100		
0,0%	0,0%	0,0%	24,2%	0,0%	57,1%	0,0%	0,0%	18,7%	0,0%	0,0%	-	-	-	%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100		



ANEXO B3: Masa térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.

CUADRO B3-01.- Transecto T:24-29.

T: ₂₄₋₂₉	M ^m _{mat} [Ton] - Masa térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1												M ^m _M [Ton]		
	Punto	M ^m _j	M ^m _{j+1}	M ^m _{j+2}	M ^m _{j+3}	M ^m _{j+4}	M ^m _{j+5}	M ^m _{j+6}	M ^m _{j+7}	M ^m _{j+8}	M ^m _{k-1}	M _k		M ^m _{k+1}	M ^m _{k+2}
24	1330,75					504,21						1232,00	1148,66	1184,22	5399,84
25	1226,05					321,61						2428,10	1076,12	1247,47	6299,35
26	2197,22											1378,60	677,63	1241,49	5494,94
27	1237,92											1565,77	520,49	2164,58	5488,76
28	2047,74											6301,59	716,28	3195,20	12260,81
29	3585,74											4666,12	1469,52	2423,75	12145,13
	11625,4					825,8						17572,2	5608,7	11456,7	47088,83
	ΣM ^m _j	ΣM ^m _{j+1}	ΣM ^m _{j+2}	ΣM ^m _{j+3}	ΣM ^m _{j+4}	ΣM ^m _{j+5}	ΣM ^m _{j+6}	ΣM ^m _{j+7}	ΣM ^m _{j+8}	ΣM ^m _{k-1}	ΣM _k	ΣM ^m _{k+1}	ΣM ^m _{k+2}	ΣM ^m _M	
M ^m	7848,1384														

CUADRO B3-02.- Transecto T:30-41.

T: ₃₀₋₄₁	M ^m _{mat} [Ton] - Masa térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1												M ^m _M [Ton]		
	Punto	M ^m _j	M ^m _{j+1}	M ^m _{j+2}	M ^m _{j+3}	M ^m _{j+4}	M ^m _{j+5}	M ^m _{j+6}	M ^m _{j+7}	M ^m _{j+8}	M ^m _{k-1}	M _k		M ^m _{k+1}	M ^m _{k+2}
30	2117,79											11487,74		19562,17	33167,70
31	4768,86											2560,43		14450,06	21779,35
32	6839,10					5656,60	4837,20					1243,34		8530,37	27106,61
33	2179,27					2008,09	3855,17					5619,07		1939,68	15601,28
34	1813,76					4199,76						5024,58		1430,36	12468,46
35	3621,87					4358,91						10547,19		1401,64	19929,61
36	2603,28											6197,34		6142,38	14943,00
37	2614,44											7961,11		6445,97	17021,52
38	2039,44											5187,99		4847,09	12074,52
39	1921,87											5731,86		4572,97	12226,70
40	1615,80											5358,69		4517,31	11491,80
41	2210,26											6220,05		5557,51	13987,82
	34345,7					16223,4	8692,4					73139,4		79397,5	211798,37
	ΣM ^m _j	ΣM ^m _{j+1}	ΣM ^m _{j+2}	ΣM ^m _{j+3}	ΣM ^m _{j+4}	ΣM ^m _{j+5}	ΣM ^m _{j+6}	ΣM ^m _{j+7}	ΣM ^m _{j+8}	ΣM ^m _{k-1}	ΣM _k	ΣM ^m _{k+1}	ΣM ^m _{k+2}	ΣM ^m _M	
M ^m	17649,8642														



ANEXO B3: Masa térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.

CUADRO B3-03.- Transecto T:42-47.

T:42-47	M ^{mat} [Ton] - Masa térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1													M ^M [Ton]	
	Punto	M ^j	M ^{j+1}	M ^{j+2}	M ^{j+3}	M ^{j+4}	M ^{j+5}	M ^{j+6}	M ^{j+7}	M ^{j+8}	M ^{k-1}	M _k	M ^{k+1}		M ^{k+2}
42	1400,64											2352,45	3095,64		6848,73
43	561,60											1932,06		1785,42	4279,08
44	1293,43											4304,50		4256,15	9854,08
45	1184,43											3004,07		3665,39	7853,89
46	961,89											3148,00		4493,24	8603,13
47	1164,33											4676,52		4123,59	9964,44
	6566,3											19417,6	3095,6	18323,8	47403,35
	ΣM ^j	ΣM ^{j+1}	ΣM ^{j+2}	ΣM ^{j+3}	ΣM ^{j+4}	ΣM ^{j+5}	ΣM ^{j+6}	ΣM ^{j+7}	ΣM ^{j+8}	ΣM ^{k-1}	ΣM _k	ΣM ^{k+1}	ΣM ^{k+2}	ΣM ^M	
M ^{mat}	7900,5584														

CUADRO B3-04.- Transecto T:48-63.

T:48-63	M ^{mat} [Ton] - Masa térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1													M ^M [Ton]	
	Punto	M ^j	M ^{j+1}	M ^{j+2}	M ^{j+3}	M ^{j+4}	M ^{j+5}	M ^{j+6}	M ^{j+7}	M ^{j+8}	M ^{k-1}	M _k	M ^{k+1}		M ^{k+2}
48				27807,29		68819,97				12182,4					108809,66
49				27773,79		62126,52				19166,8					109067,12
50				29167,32		62454,94				17621,5					109243,73
51				28304,27		36647,64				15168,4					80120,34
52				28032,22		59629,65				21444,4					109106,27
53				28259,41		59560,87				21473,4					109293,68
54				30323,87		58423,71				20978,0					109725,59
55				30887,36		62279,31				16757,0					109923,64
56				30942,39		54309,44				21750,1					107001,93
57				16198,00		59335,22				21333,7					96866,89
58				29758,47		59272,30				21698,6					110729,41
59				28747,81		59540,20				21568,8					109856,77
60				30295,45		57914,11				21458,9					109668,46
61				36368,07		53683,12				21597,6					111648,77
62				43844,07		48155,72				20677,1					112676,92
63				49570,29		52497,68				24001,9					126069,86
				188826		271791				109304					569920,78
	ΣM ^j	ΣM ^{j+1}	ΣM ^{j+2}	ΣM ^{j+3}	ΣM ^{j+4}	ΣM ^{j+5}	ΣM ^{j+6}	ΣM ^{j+7}	ΣM ^{j+8}	ΣM ^{k-1}	ΣM _k	ΣM ^{k+1}	ΣM ^{k+2}	ΣM ^M	
M ^{mat}	108113,0650														

ANEXO B4: Masa térmica modificada por unidad de superficie según escenario hipotético#1.

CUADRO B4-01.- Transecto T:01-23.

CUADRO B4-02.- Transecto T:24-29.

CUADRO B4-03.- Transecto T:30-41.

Masa térmica por unidad de superficie (escenario hipotético#1)			
#	M" _M	A _H	M/A" [Ton/m ²]
01	-	4719,43	-
02	-	9567,10	-
03	-	7107,26	-
04	-	8501,13	-
05	-	7845,06	-
06	-	6622,17	-
07	-	6604,32	-
08	-	10094,04	-
09	-	10760,07	-
10	-	9579,41	-
11	-	11996,58	-
12	-	8873,01	-
13	-	7470,03	-
14	-	6320,68	-
15	-	5294,11	-
16	-	7862,45	-
17	-	6420,83	-
18	-	5525,57	-
19	-	7839,82	-
20	-	6524,58	-
21	-	8526,80	-
22	-	8096,78	-
23	-	5924,22	-

Masa térmica por unidad de superficie (escenario hipotético#1)			
#	M" _M	A _H	M/A" [Ton/m ²]
24	5399,81	4814,91	1,1215
25	6299,33	5887,96	1,0699
26	5494,92	4830,00	1,1377
27	5488,75	4848,50	1,1321
28	12260,80	10680,16	1,1480
29	12145,12	11326,48	1,0723

30	33167,69	26741,40	1,2404
31	21779,34	24300,42	0,8963
32	27106,59	26249,71	1,0327
33	15601,27	13887,06	1,1235
34	12468,44	11328,75	1,1007
35	19929,59	17769,57	1,1216
36	14942,99	13504,81	1,1065
37	17021,50	14241,52	1,1953
38	12074,52	10708,75	1,1276
39	12226,69	10161,65	1,2033
40	11491,80	9558,55	1,2023
41	13987,81	12519,51	1,1173



ANEXO B4: Masa térmica modificada por unidad de superficie según escenario hipotético#1.

CUADRO B4-04.- Transecto T:42-47.

CUADRO B4-05.- Transecto T:48-63.

Masa térmica por unidad de superficie (escenario hipotético#1)				
	#	M" _M	A _H	M/A" [Ton/m ²]
T:42-47	42	6848,72	5615,80	1,2196
	43	4279,07	3771,01	1,1348
	44	9854,07	8161,62	1,2074
	45	7853,88	6640,65	1,1827
	46	8603,12	7473,95	1,1511
	47	9964,43	8823,53	1,1294

Masa térmica por unidad de superficie (escenario hipotético#1)				
	#	M" _M	A _H	M/A" [Ton/m ²]
T:48-63	48	108809,66	100192,92	1,0861
	49	109067,12	100023,40	1,0905
	50	109243,72	99994,08	1,0926
	51	80120,34	71720,99	1,1172
	52	109106,25	99866,51	1,0926
	53	109293,66	100000,27	1,0930
	54	109725,58	100013,77	1,0972
	55	109923,62	100347,49	1,0955
	56	107001,92	97158,57	1,1014
	57	96866,88	90379,79	1,0718
	58	110729,39	101076,35	1,0956
	59	109856,76	100443,15	1,0938
	60	109668,45	99934,14	1,0975
	61	111648,77	100572,97	1,1102
	62	112676,92	100041,64	1,1264
	63	126069,86	111769,37	1,1280

M/A promedio	valor
$\overline{M/A}_{:01-23}$ [MJ/(K.m2)]	-
$\overline{M/A}_{:24-29}$ [MJ/(K.m2)]	1,1136
$\overline{M/A}_{:30-41}$ [MJ/(K.m2)]	1,1223
$\overline{M/A}_{:42-47}$ [MJ/(K.m2)]	1,1709
$\overline{M/A}_{:48-63}$ [MJ/(K.m2)]	1,0994



ANEXO B5: Capacidad térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.

CUADRO B5-01.- Transecto T:24-29.

T: Punto	C"mat [MJ/K] - Capacidad térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1													C" M [MJ/K]
	C" j	C" j+1	C" j+2	C" j+3	C" j+4	C" j+5	C" j+6	C" j+7	C" j+8	C" k-1	Ck	C" k+1	C" k+2	
24	1784,32					472,64					1293,59	1326,10	1290,71	6167,36
25	1643,93					301,48					2549,50	1242,34	1359,64	7096,90
26	2946,11										1447,52	782,30	1353,13	6529,07
27	1659,85										1644,05	600,89	2359,24	6264,02
28	2745,69										6616,66	826,92	3482,54	13671,82
29	4807,90										4899,42	1696,52	2641,71	14045,55
	15587,8					774,1					18450,8	6475,1	12487,0	53774,71
	$\Sigma C" j$	$\Sigma C" j+1$	$\Sigma C" j+2$	$\Sigma C" j+3$	$\Sigma C" j+4$	$\Sigma C" j+5$	$\Sigma C" j+6$	$\Sigma C" j+7$	$\Sigma C" j+8$	$\Sigma C" k-1$	ΣCk	$\Sigma C" k+1$	$\Sigma C" k+2$	$\Sigma C" M$
C" T: :24-29	8962,4525													

CUADRO B5-02.- Transecto T:30-41.

T: Punto	C"mat [MJ/K] - Capacidad térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1													C" M [MJ/K]
	C" j	C" j+1	C" j+2	C" j+3	C" j+4	C" j+5	C" j+6	C" j+7	C" j+8	C" k-1	Ck	C" k+1	C" k+2	
30	2839,61										12062,12		21321,39	36223,13
31	6394,28										2688,44		15749,55	24832,27
32	9170,14				6165,29	4534,42					1305,50		9297,50	30472,85
33	2922,05				2188,68	3613,86					5900,02		2114,11	16738,72
34	2431,95				4577,44						5275,80		1558,99	13844,18
35	4856,35				4750,90						11074,55		1527,68	22209,47
36	3490,57										6507,20		6694,76	16692,54
37	3505,54										8359,16		7025,65	18890,35
38	2734,56										5447,38		5282,99	13464,93
39	2576,92										6018,45		4984,21	13579,58
40	2166,53										5626,62		4923,55	12716,70
41	2963,61										6531,04		6057,29	15551,94
	46052,1				17682,3	8148,3					76796,3		86537,7	235216,66
	$\Sigma C" j$	$\Sigma C" j+1$	$\Sigma C" j+2$	$\Sigma C" j+3$	$\Sigma C" j+4$	$\Sigma C" j+5$	$\Sigma C" j+6$	$\Sigma C" j+7$	$\Sigma C" j+8$	$\Sigma C" k-1$	ΣCk	$\Sigma C" k+1$	$\Sigma C" k+2$	$\Sigma C" M$
C" T: :30-41	19601,3880													



ANEXO B5: Capacidad térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.

CUADRO B5-03.- Transecto T:42-47.

T: 42-47	C"mat [MJ/K] - Capacidad térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1													C" M [MJ/K]	
	Punto	C" j	C" j+1	C" j+2	C" j+3	C" j+4	C" j+5	C" j+6	C" j+7	C" j+8	C" k-1	C _k	C" k+1		C" k+2
42	1878,03											2470,06	3573,83		7921,92
43	753,01											2028,66		1945,97	4727,65
44	1734,28											4519,72		4638,90	10892,90
45	1588,12											3154,27		3995,01	8737,41
46	1289,74											3305,40		4897,31	9492,44
47	1561,17											4910,34		4494,42	10965,93

	8804,4											20388,5	3573,8	19971,6	52738,3
	ΣC" j	ΣC" j+1	ΣC" j+2	ΣC" j+3	ΣC" j+4	ΣC" j+5	ΣC" j+6	ΣC" j+7	ΣC" j+8	ΣC" k-1	ΣC _k	ΣC" k+1	ΣC" k+2	ΣC" M	
C" T:42-47	8789,7084														

CUADRO B5-03.- Transecto T:48-63.

T: 48-63	C"mat [MJ/K] - Capacidad térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1													C" M [MJ/K]	
	Punto	C" j	C" j+1	C" j+2	C" j+3	C" j+4	C" j+5	C" j+6	C" j+7	C" j+8	C" k-1	C _k	C" k+1		C" k+2
48				32423,4		64512,3				17317,9					114253,6
49				32384,4		58237,8				27246,5					117868,7
50				34009,2		58545,7				25049,7					117604,6
51				33002,9		34353,7				21562,6					88919,3
52				32685,7		55897,2				30484,2					119067,1
53				32950,6		55832,8				30525,4					119308,8
54				35357,8		54766,8				29821,2					119945,7
55				36014,8		58381,0				23820,8					118216,6
56				36078,9		50910,0				30918,8					117907,8
57				18886,9		55621,2				30326,8					104835,0
58				34698,5		55562,2				30845,6					121106,4
59				33520,1		55813,4				30661,0					119994,4
60				35324,6		54289,1				30504,8					120118,5
61				42405,3		50322,9				30702,0					123430,2
62				51122,4		45141,5				29393,5					125657,4
63				57799,2		49211,7				34119,8					141130,6

				578665		857399				453301					1889365
	ΣC" j	ΣC" j+1	ΣC" j+2	ΣC" j+3	ΣC" j+4	ΣC" j+5	ΣC" j+6	ΣC" j+7	ΣC" j+8	ΣC" k-1	ΣC _k	ΣC" k+1	ΣC" k+2	ΣC" M	
C" T:48-63	118085,2885														



ANEXO B6: Capacidad térmica por unidad de superficie modificada según escenario hipotético#1.

CUADRO B6-01.- Transecto T:01-23.

CUADRO B6-02.- Transecto T:24-29.

CUADRO B6-03.- Transecto T:30-41.

Capacidad térmica modificada por superficie (escenario hipotético#1)			
#	C _{mat}	A _H	Cs [MJ/(K.m ²)]
01	-	4719,43	-
02	-	9567,10	-
03	-	7107,26	-
04	-	8501,13	-
05	-	7845,06	-
06	-	6622,17	-
07	-	6604,32	-
08	-	10094,04	-
09	-	10760,07	-
10	-	9579,41	-
11	-	11996,58	-
12	-	8873,01	-
13	-	7470,03	-
14	-	6320,68	-
15	-	5294,11	-
16	-	7862,45	-
17	-	6420,83	-
18	-	5525,57	-
19	-	7839,82	-
20	-	6524,58	-
21	-	8526,80	-
22	-	8096,78	-
23	-	5924,22	-

Capacidad térmica modificada por superficie (escenario hipotético#1)			
#	C _{mat}	A _H	Cs [MJ/(K.m ²)]
24	6167,36	4814,91	1,2809
25	7096,90	5887,96	1,2054
26	6529,07	4830,00	1,3518
27	6264,02	4848,50	1,2920
28	13671,82	10680,16	1,2802
29	14045,55	11326,48	1,2401

30	36223,13	26741,40	1,3546
31	24832,27	24300,42	1,0219
32	30472,85	26249,71	1,1609
33	16738,72	13887,06	1,2054
34	13844,18	11328,75	1,2221
35	22209,47	17769,57	1,2499
36	16692,54	13504,81	1,2361
37	18890,35	14241,52	1,3265
38	13464,93	10708,75	1,2574
39	13579,58	10161,65	1,3364
40	12716,70	9558,55	1,3304
41	15551,94	12519,51	1,2423



ANEXO B6: Capacidad térmica por unidad de superficie modificada según escenario hipotético#1.

CUADRO B6-04.- Transecto T:42-47.

CUADRO B6-05.- Transecto T:48-63.

CUADRO B6-06.- Promedios de capacidades térmicas por unidad de superficie.

Capacidad térmica modificada por superficie (escenario hipotético#1)					Capacidad térmica modificada por superficie (escenario hipotético#1)				
	#	C _{mat}	A _H	C _s [MJ/(K.m ²)]		#	C _{mat}	A _H	C _s [MJ/(K.m ²)]
T:42-47	42	7921,92	5615,80	1,4107	T:48-63	48	114253,56	100192,92	1,1404
	43	4727,65	3771,01	1,2537		49	117868,68	100023,40	1,1785
	44	10892,90	8161,62	1,3347		50	117604,63	99994,08	1,1762
	45	8737,41	6640,65	1,3158		51	88919,26	71720,99	1,2398
	46	9492,44	7473,95	1,2701		52	119067,11	99866,51	1,1923
	47	10965,93	8823,53	1,2429		53	119308,77	100000,27	1,1931
				54		119945,74	100013,77	1,1993	
				55		118216,62	100347,49	1,1781	
				56		117907,75	97158,57	1,2136	
				57		104834,97	90379,79	1,1600	
				58		121106,36	101076,35	1,1982	
				59		119994,43	100443,15	1,1947	
				60		120118,51	99934,14	1,2020	
				61		123430,20	100572,97	1,2273	
				62		125657,36	100041,64	1,2561	
				63		141130,64	111769,37	1,2627	

Cs promedio	valor
$\hat{C}_s:01-23$ [MJ/(K.m ²)]	-
$\hat{C}_s:24-29$ [MJ/(K.m ²)]	1,2751
$\hat{C}_s:30-41$ [MJ/(K.m ²)]	1,2454
$\hat{C}_s:30-35$ [MJ/(K.m ²)]	1,2025
$\hat{C}_s:36-41$ [MJ/(K.m ²)]	1,2882
$\hat{C}_s:42-47$ [MJ/(K.m ²)]	1,3047
$\hat{C}_s:48-63$ [MJ/(K.m ²)]	1,2008



ANEXO B7: Poder emisivo modificado de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.

CUADRO B7-01.- Transecto T:24-29.

T: ₂₄₋₂₉	$G''_{mat} = A''_{mat} \cdot \epsilon_{mat} [W/(m^2.K^4)]$													$\Sigma G''$ [W/(m ² .K ⁴)]	P'' [W]	
	Punto	G''_j	G''_{j+1}	G''_{j+2}	G''_{j+3}	G''_{j+4}	G''_{j+5}	G''_{j+6}	G''_{j+7}	G''_{j+8}	G''_{k-1}	G_k	G''_{k+1}			G''_{k+2}
24	1064,18					485,38						3778,11	762,38	771,38	6861,4326	
25	980,45					309,60						7446,17	714,23	812,58	10263,0354	
26	1757,08											4227,69	449,75	808,69	7243,2118	
27	989,94											4801,68	345,46	1409,98	7547,0576	
28	1637,55											19324,9	475,41	2081,31	23519,1199	
29	2867,46											14309,4	975,34	1578,80	19731,0286	

	9296,67					794,98						53887,9	3722,57	7462,73	75164,8860	
	$\Sigma G''_j$	$\Sigma G''_{j+1}$	$\Sigma G''_{j+2}$	$\Sigma G''_{j+3}$	$\Sigma G''_{j+4}$	$\Sigma G''_{j+5}$	$\Sigma G''_{j+6}$	$\Sigma G''_{j+7}$	$\Sigma G''_{j+8}$	$\Sigma G''_{k-1}$	ΣG_k	$\Sigma G''_{k+1}$	$\Sigma G''_{k+2}$	$\Sigma(\Sigma G''_{mat})$	$\Sigma P''$	
P''	0,0000															

CUADRO B7-02.- Transecto T:30-41.

T: ₃₀₋₄₁	$G''_{mat} = A''_{mat} \cdot \epsilon_{mat} [W/(m^2.K^4)]$													$\Sigma G''$ [W/(m ² .K ⁴)]	P'' [W]	
	Punto	G''_j	G''_{j+1}	G''_{j+2}	G''_{j+3}	G''_{j+4}	G''_{j+5}	G''_{j+6}	G''_{j+7}	G''_{j+8}	G''_{k-1}	G_k	G''_{k+1}			G''_{k+2}
30	1693,57											35229,1		12742,5	49665,1633	
31	3813,59											7851,96		9412,58	21078,1376	
32	5469,14					3684,63	4656,63					3812,88		5556,57	23179,8532	
33	1742,73					1308,04	3711,26					17231,8		1263,48	25257,3273	
34	1450,43					2735,67						15408,7		931,71	20526,4999	
35	2896,36					2839,33						32344,7		913,01	38993,4032	
36	2081,80											19005,2		4001,07	25088,0380	
37	2090,73											24414,1		4198,82	30703,6007	
38	1630,91											15909,8		3157,33	20698,0578	
39	1536,89											17577,7		2978,77	22093,3566	
40	1292,13											16433,3		2942,52	20667,9462	
41	1767,52											19074,8		3620,09	24462,3959	

	27465,8				10567,7	8367,9						224294		51718,5	322413,7795	
	$\Sigma G''_j$	$\Sigma G''_{j+1}$	$\Sigma G''_{j+2}$	$\Sigma G''_{j+3}$	$\Sigma G''_{j+4}$	$\Sigma G''_{j+5}$	$\Sigma G''_{j+6}$	$\Sigma G''_{j+7}$	$\Sigma G''_{j+8}$	$\Sigma G''_{k-1}$	ΣG_k	$\Sigma G''_{k+1}$	$\Sigma G''_{k+2}$	$\Sigma(\Sigma G''_{mat})$	$\Sigma P''$	
P''	0,0000															



ANEXO B7: Poder emisivo modificado de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.

CUADRO B7-03.- Transecto T:42-47.

T:42-47	$G''_{mat} = A''_{mat} \cdot \epsilon_{mat} [W/(m^2.K^4)]$													$\Sigma G''$ [W/(m ² .K ⁴)]	P'' [W]				
	Punto	G''_j	G''_{j+1}	G''_{j+2}	G''_{j+3}	G''_{j+4}	G''_{j+5}	G''_{j+6}	G''_{j+7}	G''_{j+8}	G''_{k-1}	G_k	G''_{k+1}			G''_{k+2}			
42	1120,07											7214,16	2054,63		10388,8508				
43	449,10											5924,97		1162,99	7537,0709				
44	1034,34											13200,5		2772,40	17007,1976				
45	947,17											9212,48		2387,59	12547,2331				
46	769,21											9653,86		2926,83	13349,8990				
47	931,10											14341,3		2686,05	17958,4502				
												5250,98			59547,2	2054,63	11935,9	78788,7016	
		$\Sigma G''_j$	$\Sigma G''_{j+1}$	$\Sigma G''_{j+2}$	$\Sigma G''_{j+3}$	$\Sigma G''_{j+4}$	$\Sigma G''_{j+5}$	$\Sigma G''_{j+6}$	$\Sigma G''_{j+7}$	$\Sigma G''_{j+8}$	$\Sigma G''_{k-1}$	ΣG_k	$\Sigma G''_{k+1}$	$\Sigma G''_{k+2}$	$\Sigma(\Sigma G''_{mat})$	$\Sigma P''$			
P''		0,0000																	

CUADRO B7-04.- Transecto T:48-63.

T:48-63	$G''_{mat} = A''_{mat} \cdot \epsilon_{mat} [W/(m^2.K^4)]$													$\Sigma G''$ [W/(m ² .K ⁴)]	P'' [W]	
	Punto	G''_j	G''_{j+1}	G''_{j+2}	G''_{j+3}	G''_{j+4}	G''_{j+5}	G''_{j+6}	G''_{j+7}	G''_{j+8}	G''_{k-1}	G_k	G''_{k+1}			G''_{k+2}
48				19876,1		66251,0				10432,4					96559,5749	
49				19852,1		59807,5				16413,6					96073,1588	
50				20848,2		60123,6				15090,2					96062,0268	
51				20231,3		35279,7				12989,5					68500,5075	
52				20036,9		57403,8				18364,0					95804,6232	
53				20199,2		57337,6				18388,8					95925,6383	
54				21674,9		56242,9				17964,6					95882,3350	
55				22077,7		59954,5				14349,9					96382,0728	
56				22117,0		52282,2				18625,8					93024,9277	
57				11578,0		57120,3				18269,2					86967,5078	
58				21270,7		57059,8				18581,7					96912,2226	
59				20548,4		57317,7				18470,5					96336,5032	
60				21654,6		55752,3				18376,4					95783,2544	
61				25995,2		51679,2				18495,2					96169,5541	
62				31338,9		46358,2				17706,9					95403,9405	
63				35431,8		50538,0				20554,1					106523,9816	
				354730,9		880508,2				273072,7					1508311,8291	
		$\Sigma G''_j$	$\Sigma G''_{j+1}$	$\Sigma G''_{j+2}$	$\Sigma G''_{j+3}$	$\Sigma G''_{j+4}$	$\Sigma G''_{j+5}$	$\Sigma G''_{j+6}$	$\Sigma G''_{j+7}$	$\Sigma G''_{j+8}$	$\Sigma G''_{k-1}$	ΣG_k	$\Sigma G''_{k+1}$	$\Sigma G''_{k+2}$	$\Sigma(\Sigma G''_{mat})$	$\Sigma P''$
P''		0,0000														

ANEXO B8: Flujo de calor antropogénico modificado según escenario hipotético#1.

CUADRO B8-01.- Transecto T:01-23.

CUADRO B8-02.- Transecto T:24-29.

CUADRO B8-03.- Transecto T:30-41.

Flujo de calor antropogénico según modelo hipotético#2		
Eje vial	#	Qa [W/m ²]
Malecón Simón Bolívar	01	-
Pichincha/Panamá	02	-
Pedro Carbo	03	-
Córdova	04	-
Chile	05	-
Chimborazo/Baquerizo	06	-
Escobedo	07	-
Boyacá	08	-
García avilés	09	-
Rumichaca	10	-
Lorenzo de Garaycoa	11	-
Pedro moncayo	12	-
Quito	13	-
Machala	14	-
Anterpara	15	-
García Moreno	16	-
Del ejército	17	-
José Mascote	18	-
Esmeraldas	19	-
Los Ríos	20	-
Tulcán	21	-
Carchi	22	-
Tungurahua	23	-

Flujo de calor antropogénico según modelo hipotético#2		
Eje vial	#	Qa [W/m ²]
Gral. José Antonio Paez	24	36,5000
Carabobo	25	36,7000
Gral. Daniel Florencio	26	36,9000
Atanasio Girardot	27	37,1000
Antonio Ricaurte	28	37,3000
Del Libertador	29	37,5000

Dr. Fortunato Safadi Emén	30	36,5000
Laboratorio Arnaldo Ruffilli	31	36,6000
Puente de urdesa	32	36,6900
Dr. Otto Arosemena	33	36,7800
Del Rotarismo	34	36,8700
Las monjas	35	36,9600
Ficus	36	37,0500
Guayacanes	37	37,1400
Higueras	38	37,2300
llanes	39	37,3200
Jiguas	40	37,4100
Laureles	41	37,5000



ANEXO B8: Flujo de calor antropogénico modificado según escenario hipotético#1.

CUADRO B8-04.- Transecto T:42-47.

CUADRO B8-05.- Transecto T:48-63.

CUADRO B8-06.- Promedios de flujos de calor antropogénico.

Flujo de calor antropogénico según modelo hipotético#2		
Eje vial	#	Qa [W/m ²]
Av. 25 de Julio	42	74,0000
Lizardo García Sorroza	43	74,2000
Federico Goding	44	74,4000
Roberto Leví Hoffman	45	74,6000
Assad Bucaram Elmalín	46	74,8000
Vicente Ramón Roca	47	75,0000

Flujo de calor antropogénico según modelo hipotético#2		
Eje vial	#	Qa [W/m ²]
km10	48	17,5000
km11	49	17,4400
km12	50	17,3700
km13	51	17,3000
km14	52	17,2400
km15	53	17,1700
km16	54	17,1000
km17	55	17,0400
km18	56	16,9700
km19	57	16,9000
km20	58	16,8400
km21	59	16,7700
km22	60	16,7000
km23	61	16,6400
km24	62	16,5700
km26	63	16,5000

Qa promedio	valor
$\overline{Qa}_{T:01-23}$ [K]	-
$\overline{Qa}_{T:24-29}$ [K]	37,0000
$\overline{Qa}_{T:30-41}$ [K]	37,0042
$\overline{Qa}_{T:42-47}$ [K]	74,5000
$\overline{Qa}_{T:48-63}$ [K]	17,0032



ANEXO B9: Tanteo de flujos de calor antropogénico "Qa".

CUADRO B9-01.- Resultados ΔT obtenidos a partir de valores Qa tanteados en el modelo de cada transecto.

Punto	Vía	Variables $\Delta T''$ y $\Delta T'''$ [K]							
		Qa 10	Qa 17,5	Qa 25	Qa 37,5	Qa 50	Qa 62,5		Qa 75
24	Gral. José Antonio Paez	-	-	3,8605	4,8709	5,8813	-	-	Av. Delta
25	Carabobo	-	-	3,9322	4,9426	5,9530	-	-	
26	Gral. Daniel Florencio O'Leary	-	-	4,0676	5,0780	6,0884	-	-	
27	Atanasio Girardot	-	-	4,0283	5,0387	6,0491	-	-	
28	Antonio Ricaurte	-	-	4,0206	5,0310	6,0414	-	-	
29	Del Libertador	-	-	4,0609	5,0713	6,0817	-	-	
30	Dr. Fortunato Safadi Emén	-	-	3,9178	17,8178	31,7177	-	-	Victor emilio estrada
31	Laboratorio Arnaldo Ruffilli	-	-	3,9178	18,3246	32,2246	-	-	
32	Puente de urdesa	-	-	3,9178	18,0955	31,9954	-	-	
33	Dr. Otto Arosemena Gómez	-	-	3,9178	18,3610	32,2610	-	-	
34	Del Rotarismo	-	-	3,9178	18,3969	32,2969	-	-	
35	Las monjas	-	-	3,9178	19,0048	32,9048	-	-	
36	Ficus	-	-	3,9178	18,8851	32,7851	-	-	
37	Guayacanes	-	-	3,9178	18,9885	32,8884	-	-	
38	Higueras	-	-	3,9178	18,8577	32,7577	-	-	
39	Ilanes	-	-	3,9178	18,8498	32,7498	-	-	
40	Jiguas	-	-	3,9178	19,1875	33,0875	-	-	
41	Laureles	-	-	3,9178	19,4045	33,3045	-	-	
42	Av. 25 de Julio	-	-	8,6888	7,6831	6,6774	5,6717	4,6660	Portete de T.
43	Lizardo García Sorroza	-	-	8,5845	7,5787	6,5730	5,5673	4,5616	
44	Federico Goding	-	-	8,6457	7,6400	6,6343	5,6285	4,6228	
45	Roberto Leví Hoffman	-	-	8,8552	7,8495	6,8438	5,8381	4,8324	
46	Assad Bucaram Elmalín	-	-	8,8815	7,8758	6,8701	5,8644	4,8587	
47	Vicente Ramón Roca	-	-	9,2991	8,2934	7,2877	6,2820	5,2763	
48	km10	4,8230	6,8380	8,8530	15,5696	-	-	-	autopista Guayaquil-Salinas
49	km11	4,8409	6,8558	8,8708	15,5874	-	-	-	
50	km12	4,7969	6,8119	8,8268	15,5434	-	-	-	
51	km13	4,4916	6,5066	8,5216	15,2381	-	-	-	
52	km14	4,7788	6,7938	8,8087	15,5253	-	-	-	
53	km15	4,7632	6,7782	8,7932	15,5098	-	-	-	
54	km16	4,6797	6,6947	8,7097	15,4263	-	-	-	
55	km17	4,6029	6,6179	8,6328	15,3494	-	-	-	
56	km18	4,5521	6,5671	8,5820	15,2986	-	-	-	
57	km19	4,5218	6,5368	8,5518	15,2684	-	-	-	
58	km20	4,5901	6,6051	8,6201	15,3366	-	-	-	
59	km21	4,5121	6,5270	8,5420	15,2586	-	-	-	
60	km22	4,4797	6,4947	8,5096	15,2262	-	-	-	
61	km23	4,4903	6,5053	8,5203	15,2369	-	-	-	
62	km24	4,4445	6,4595	8,4745	15,1911	-	-	-	
63	km26	4,4752	6,4902	8,5051	15,2217	-	-	-	



ANEXO B9: Tanteo de flujos de calor antropogénico "Qa".

CUADRO B9-02.- Resultados ΔT obtenidos a partir de valores Q_a tanteados en el modelo de cada sub-transecto de T:30-41.

Punto	Vía	Variables $\Delta T''$ y $\Delta T'''$ [K]							
		Qa 10	Qa 17,5	Qa 25	Qa 37,5	Qa 50	Qa 62,5		Qa 75
30	Dr. Fortunato Safadi Emén	-	-	3,8380	26,5857	49,3334	-	-	T: 30-35
31	Laboratorio Arnaldo Ruffilli	-	-	4,3928	27,1405	49,8883	-	-	
32	Puente de urdesa	-	-	4,0866	26,8344	49,5821	-	-	
33	Dr. Otto Arosemena Gómez	-	-	4,5400	27,2878	50,0355	-	-	
34	Del Rotarismo	-	-	4,5960	27,3437	50,0914	-	-	
35	Las monjas	-	-	4,9491	27,6968	50,4445	-	-	
36	Ficus	-	-	5,4522	7,4245	9,3968	-	-	T: 36-41
37	Guayacanes	-	-	5,3171	7,2894	9,2617	-	-	
38	Higueras	-	-	5,2260	7,1983	9,1706	-	-	
39	llanes	-	-	5,0496	7,0219	8,9942	-	-	
40	Jiguas	-	-	5,4966	7,4689	9,4412	-	-	
41	Laureles	-	-	5,5162	7,4886	9,4609	-	-	



ANEXO B10: Resultados de la modificación de variables.

CUADRO B10-01.- Resultados de todos los transectos.

Punto	Vía	Variables									
		SVF [-]	Cs' [MJ/(K.m²)]	G' [m²]	Qa' [W/m²]	Qa''' [W/m²]	ΔT [K]	ΔT' [K]	ΔT'' [K]		ΔT''' [K]
01	Malecón Simón Bolívar	0,6320	2,9212	30639	50,0000	-	4,3000	4,14	-	-	9 de octubre
02	Pichincha/Panamá	0,4090	1,9321	41466	49,8889	-	5,0462	4,515	-	-	
03	Pedro Carbo	0,5700	1,6414	14943	49,7778	-	5,1000	4,305	-	-	
04	Córdova	0,4420	2,5917	52938	49,6667	-	4,4400	4,1662	-	-	
05	Chile	0,3580	1,3384	24053	49,5556	-	5,3223	5,0537	-	-	
06	Chimborazo/Baquerizo Moreno	0,4650	2,0578	28524	49,4445	-	4,4250	4,5124	-	-	
07	Escobedo	0,5770	1,5554	18855	49,3334	-	4,5273	4,1933	-	-	
08	Boyacá	0,5560	1,6867	32612	49,2223	-	4,2953	4,0272	-	-	
09	García avilés	0,5380	1,4477	30569	49,1112	-	4,3591	4,1389	-	-	
10	Rumichaca	0,6240	1,7259	33003	49,0000	-	4,2455	3,7232	-	-	
11	Lorenzo de Garaycoa	0,7930	1,3366	20951	25,0000	-	4,1750	3,2013	-	-	
12	Pedro moncayo	0,7600	1,4805	19210	24,9167	-	2,9334	3,3717	-	-	
13	Quito	0,6600	1,8124	22380	24,8334	-	4,0750	3,7668	-	-	
14	Machala	0,8010	1,5505	13121	24,7500	-	3,3167	3,3122	-	-	
15	Anterpara	0,6970	1,5371	12190	24,6667	-	3,5750	3,7861	-	-	
16	García Moreno	0,5910	1,7243	26619	24,5834	-	5,3000	3,9964	-	-	
17	Del ejército	0,6560	1,6472	18757	24,5000	-	3,6000	3,8445	-	-	
18	José Mascote	0,7600	1,4626	11971	24,4167	-	4,6000	3,5214	-	-	
19	Esmeraldas	0,6490	1,9265	30429	24,3334	-	3,8334	3,6640	-	-	
20	Los Ríos	0,6170	1,9007	22955	24,2500	-	3,7167	3,9432	-	-	
21	Tulcán	0,8100	1,3175	18771	24,1667	-	2,8250	3,1565	-	-	
22	Carchi	0,7660	1,5161	24448	24,0834	-	3,1500	3,2494	-	-	
23	Tungurahua	0,7350	1,6216	17077	24,0000	-	3,5000	3,5294	-	-	
24	Gral. José Antonio Paez	0,9310	1,2809	6861	24,0000	36,5000	3,8000	3,8101	3,8480	4,9476	Av. Delta
25	Carabobo	0,9320	1,2054	10263	24,2000	36,7000	3,9000	3,8924	3,9230	5,0226	
26	Gral. Daniel Florencio O'Leary	0,8860	1,3518	7243	24,4000	36,9000	4,0000	4,0113	4,0432	5,1428	
27	Atanasio Girardot	0,9030	1,2920	7547	24,6000	37,1000	4,0000	3,9794	4,0222	5,1218	
28	Antonio Ricaurte	0,9280	1,2802	23519	24,8000	37,3000	4,0000	3,9872	4,0149	5,1145	
29	Del Libertador	0,9260	1,2401	19731	25,0000	37,5000	4,0000	4,0196	4,0465	5,1460	
30	Dr. Fortunato Safadi Emén	0,9000	1,3546	49665	24,0000	36,5000	3,7667	3,8723	4,0390	24,5381		Victor emilio estrada
31	Laboratorio Arnaldo Rufilli	0,9010	1,0219	21078	24,0910	36,6000	4,3200	4,3864	4,5265	25,0403	
32	Puente de urdesa	0,9740	1,1609	23180	24,1819	36,6900	4,0000	4,1872	4,2654	24,7778	
33	Dr. Otto Arosemena Gómez	0,8980	1,2054	25257	24,2728	36,7800	4,4400	4,4862	4,5195	25,0304	
34	Del Rotarismo	0,9180	1,2221	20527	24,3637	36,8700	4,6286	4,5106	4,5410	25,0504	
35	Las monjas	0,8870	1,2499	38993	24,4546	36,9600	4,9250	4,8830	4,9027	25,4107	
36	Ficus	0,9280	1,2361	25088	24,5455	37,0500	5,1800	4,7265	4,8385	25,3449	
37	Guayacanes	0,8910	1,3265	30704	24,6364	37,1400	5,0715	4,8436	4,9544	25,4594	
38	Higueras	0,9320	1,2574	20698	24,7273	37,2300	4,9834	4,9270	5,0393	25,5429	
39	Ilanes	0,8950	1,3364	22093	24,8182	37,3200	4,7750	5,0205	5,1323	25,6343	
40	Jiguas	0,8330	1,3304	20668	24,9091	37,4100	5,2429	5,2986	5,4158	25,9164	
41	Laureles	0,9270	1,2423	24462	25,0000	37,5000	5,2667	5,4579	5,5673	26,0664	
42	Av. 25 de Julio	0,8770	1,4107	10389	74,0000	74,0000	4,4556	4,4447	4,5400	-	Portete de T.
43	Lizardo García Sorroza	0,8280	1,2537	7537	74,2000	74,2000	4,4300	4,4312	4,5108	-	
44	Federico Goding	0,8800	1,3347	17007	74,4000	74,4000	4,4600	4,4622	4,5530	-	
45	Roberto Levi Hoffman	0,8960	1,3158	12547	74,6000	74,6000	4,6300	4,6648	4,7597	-	
46	Assad Bucaram Elmalín	0,8970	1,2701	13350	74,8000	74,8000	4,7400	4,7135	4,8179	-	
47	Vicente Ramón Roca	0,9730	1,2429	17958	75,0000	75,0000	5,1400	5,1392	5,2210	-	
48	km10	0,9590	1,1404	96560	10,0000	17,5000	4,9000	4,9225	4,8175	8,3163	autopista Guayaquil-Salinas
49	km11	0,9580	1,1785	96073	9,9334	17,4400	4,9600	4,9683	4,8028	8,3047	
50	km12	0,9140	1,1762	96062	9,8667	17,3700	4,9300	4,9359	4,7837	8,2841	
51	km13	0,9580	1,2398	68501	9,8000	17,3000	4,6600	4,7260	4,5410	8,0398	
52	km14	0,9500	1,1923	95805	9,7334	17,2400	4,9500	4,9024	4,7170	8,2189	
53	km15	0,9600	1,1931	95926	9,6667	17,1700	4,9500	4,8698	4,6843	8,1847	
54	km16	0,9670	1,1993	95882	9,6000	17,1000	4,8300	4,8351	4,6540	8,1528	
55	km17	0,9700	1,1781	96382	9,5334	17,0400	4,7100	4,7592	4,6150	8,1169	
56	km18	0,9730	1,2136	93025	9,4667	16,9700	4,6800	4,7671	4,5735	8,0739	
57	km19	0,9750	1,1600	86968	9,4000	16,9000	4,7800	4,6671	4,4624	7,9612	
58	km20	0,9760	1,1982	96912	9,3334	16,8400	4,7800	4,7203	4,5350	8,0369	
59	km21	0,9670	1,1947	96337	9,2667	16,7700	4,6800	4,6853	4,4999	8,0003	
60	km22	0,9770	1,2020	95783	9,2000	16,7000	4,6500	4,6504	4,4650	7,9638	
61	km23	0,9780	1,2273	96170	9,1334	16,6400	4,6800	4,6357	4,4503	7,9522	
62	km24	0,9780	1,2561	95404	9,0667	16,5700	4,6100	4,6064	4,4280	7,9284	
63	km26	0,9780	1,2627	106524	9,0000	16,5000	4,5800	4,6785	4,4940	7,9928	



ANEXO B10: Resultados de la modificación controlada de variables.

CUADRO B10-02.- Resultados de los sub-transectos de T₃₀₋₄₁.

Punto	Vía	Variables									
		SVF [-]	Cs' [MJ/(K.m ²)]	P' [W]	Qa' [W/m ²]	Qa''' [W/m ²]	ΔT [K]	ΔT' [K]	ΔT'' [K]	ΔT''' [K]	
30	Dr. Fortunato Safadi Emén	0,9000	1,3546	49665	24,0000	36,5000	3,7667	3,7580	3,8731	28,5297	T: 30-35
31	Laboratorio Arnaldo Ruffilli	0,9010	1,0219	21078	24,0910	36,6000	4,3200	4,2936	4,3888	29,2603	
32	Puente de urdesa	0,9740	1,1609	23180	24,1819	36,6900	4,0000	4,0141	4,0669	29,1536	
33	Dr. Otto Arosemena Gómez	0,8980	1,2054	25257	24,2728	36,7800	4,4400	4,5196	4,5419	29,8439	
34	Del Rotarismo	0,9180	1,2221	20527	24,3637	36,8700	4,6286	4,5763	4,5965	30,1136	
35	Las monjas	0,8870	1,2499	38993	24,4546	36,9600	4,9250	4,9188	4,9317	30,6641	
36	Ficus	0,9280	1,2361	25088	24,5455	37,0500	5,1800	5,1946	5,5619	8,5804	T: 36-41
37	Guayacanes	0,8910	1,3265	30704	24,6364	37,1400	5,0715	5,0618	5,4259	8,4719	
38	Higueras	0,9320	1,2574	20698	24,7273	37,2300	4,9834	4,9625	5,3303	8,4039	
39	Ilanes	0,8950	1,3364	22093	24,8182	37,3200	4,7750	4,7904	5,1562	8,2574	
40	Jiguas	0,8330	1,3304	20668	24,9091	37,4100	5,2429	5,2404	5,6241	8,7528	
41	Laureles	0,9270	1,2423	24462	25,0000	37,5000	5,2667	5,2697	5,6284	8,7847	

**ANEXO B11a:** Indicadores principales para la variable X

CUADRO B11a-01.- Indicador principal de X1 para todos los transectos.

Indicador X_1 : Capacidad calorífica promedio por unidad de superficie de un transecto - [MJ/(K.m²)]		
Transecto	\hat{C}_s [MJ/(K.m ²)]	Referencia ordinal
T:01 - 23	1,7275	Cs promedio de valor muy elevado.
T:24 - 29	1,3317	Cs promedio de valor medio.
T:30 - 41	1,2971	Cs promedio de valor medio.
T:30 - 35	1,2462	Cs promedio de valor medio.
T:36 - 41	1,3481	Cs promedio de valor medio.
T:42 - 47	1,3743	Cs promedio de valor elevado.
T:48 - 63	1,5460	Cs promedio de valor elevado.

CUADRO B11a-09.- Indicador principal de X2 para todos los transectos.

Indicador X_2 S [-] - Grado de similitud de coberturas urbanas entre transectos			
Transecto	$\bar{G}_{T:i-n}$ [-]	$S=(\bar{G}_{T:i-n})/(\bar{G}_{T:ref})$ [-]	Referencia ordinal
T:01 - 23 - REFERENCIA -	0,1440	1,00	fuerte similitud
T:24 - 29	0,1986	1,38	poca similitud
T:30 - 41	0,1691	1,18	fuerte similitud
T:30 - 35	0,1689	1,18	fuerte similitud
T:36 - 41	0,3396	2,36	sin similitud
T:42 - 47	0,2534	1,76	poca similitud
T:48 - 63	0,3319	2,31	sin similitud

**ANEXO B11b:** Indicadores auxiliares para la variable X**CUADRO B11b-01.-** Indicador auxiliar de X2 para el transecto 01-23.

Transecto: T:01-23	Auxiliar de X ₂ : \bar{G} [-] - Poder emisor ponderado por transecto			
Material de cobertura	ϵ [-]	ΣA_{mat} [m ²]	$B = \Sigma A_{mat} / \Sigma A_M$ [-]	$G = B * (\epsilon)$ [-]
j	0,9200	24513,97	0,039	0,036
j+1	0,8500	12291,96	0,020	0,017
j+2	0,9200			
j+3	0,9300	14861,61	0,024	0,022
j+4	0,8100	38292,40	0,062	0,050
j+5	0,9800	3142,64	0,005	0,005
j+6	0,9500			
j+7	0,9500			
j+8	0,9300	1997,76	0,003	0,003
k-1	0,9300			
k	0,9200	525766,87	0,847	0,779

$\Sigma A_M = \Sigma(\Sigma A_{mat})$ [m ²]	620867,20
ΣG [-]	0,91
$\Sigma \epsilon \leftrightarrow (G < > 0)$ [-]	6,34
$\bar{G} = (\Sigma G / \Sigma \epsilon)$ [-]	0,1440

CUADRO B11b-02.- Indicador auxiliar de X2 para el transecto 24-29.

Transecto: T:24-29	Auxiliar de X ₂ : \bar{G} [-] - Poder emisor ponderado por transecto			
Material de cobertura	ϵ [-]	ΣA_{mat} [m ²]	$B = \Sigma A_{mat} / \Sigma A_M$ [-]	$G = B * (\epsilon)$ [-]
j	0,9200			
j+1	0,8500	10105,08	0,121	0,103
j+2	0,9200	4595,77	0,055	0,051
j+3	0,9300	9213,25	0,111	0,103
j+4	0,8100			
j+5	0,9800	811,21	0,010	0,010
j+6	0,9500			
j+7	0,9500			
j+8	0,9300			
k-1	0,9300			
k	0,9200	58573,83	0,703	0,647

$\Sigma A_M = \Sigma(\Sigma A_{mat})$ [m ²]	83299,14
ΣG [-]	0,91
$\Sigma \epsilon \leftrightarrow (G < > 0)$ [-]	4,60
$\bar{G} = (\Sigma G / \Sigma \epsilon)$ [-]	0,1986



ANEXO B11b: Indicadores auxiliares para la variable X

CUADRO B11-03.- Indicador auxiliar de X2 para el transecto 30-41.

Transecto: T :30-41	Auxiliar de X ₂ : G̃ [-] - Poder emisor ponderado por transecto			
Material de cobertura	ε [-]	ΣA _{mat} [m ²]	B = ΣA _{mat} /ΣA _M [-]	G = B * (ε) [-]
j	0,9200	7199,23	0,020	0,018
j+1	0,8500	22654,90	0,063	0,054
j+2	0,9200			
j+3	0,9300	63849,99	0,178	0,165
j+4	0,8100	13046,52	0,036	0,029
j+5	0,9800	8538,66	0,024	0,023
j+6	0,9500			
j+7	0,9500			
j+8	0,9300			
k-1	0,9300			
k	0,9200	243797,74	0,679	0,625

ΣA _M = Σ(ΣA _{mat}) [m ²]	359087,04
ΣG [-]	0,91
Σε↔(G < > 0) [-]	5,41
G̃ = (ΣG/Σε) [-]	0,1691

CUADRO B11-04.- Indicador auxiliar de X2 para el sub-transecto 30-35.

Transecto: T :30-35	Auxiliar de X ₂ : G̃ [-] - Poder emisor ponderado por transecto			
Material de cobertura	ε [-]	ΣA _{mat} [m ²]	B = ΣA _{mat} /ΣA _M [-]	G = B * (ε) [-]
j	0,9200	7199,23	0,036	0,033
j+1	0,8500	11350,58	0,057	0,048
j+2	0,9200			
j+3	0,9300	38049,26	0,190	0,177
j+4	0,8100	13046,52	0,065	0,053
j+5	0,9800	8538,66	0,043	0,042
j+6	0,9500			
j+7	0,9500			
j+8	0,9300			
k-1	0,9300			
k	0,9200	121607,71	0,609	0,560

ΣA _M = Σ(ΣA _{mat}) [m ²]	199791,96
ΣG [-]	0,91
Σε↔(G < > 0) [-]	5,41
G̃ = (ΣG/Σε) [-]	0,1689

**ANEXO B11b:** Indicadores auxiliares para la variable X**CUADRO B11b-05.-** Indicador auxiliar de X2 para el sub-transecto 36-41.

Transecto: T :36-41	Auxiliar de X ₂ : G̃ [-] - Poder emisor ponderado por transecto			
Material de cobertura	ε [-]	ΣA _{mat} [m ²]	B = ΣA _{mat} /ΣA _M [-]	G = B * (ε) [-]
j	0,9200			
j+1	0,8500	11304,33	0,071	0,060
j+2	0,9200			
j+3	0,9300	25800,73	0,162	0,151
j+4	0,8100			
j+5	0,9800			
j+6	0,9500			
j+7	0,9500			
j+8	0,9300			
k-1	0,9300			
k	0,9200	122190,02	0,767	0,706

ΣA _M = Σ(ΣA _{mat}) [m ²]	159295,08
ΣG [-]	0,92
Σε↔(G < > 0) [-]	2,70
G̃ = (ΣG/Σε) [-]	0,3396

CUADRO B11b-06.- Indicador auxiliar de X2 para el transecto 42-47.

Transecto: T :42-47	Auxiliar de X ₂ : G̃ [-] - Poder emisor ponderado por transecto			
Material de cobertura	ε [-]	ΣA _{mat} [m ²]	B = ΣA _{mat} /ΣA _M [-]	G = B * (ε) [-]
j	0,9200			
j+1	0,8500	5707,58	0,065	0,055
j+2	0,9200	2536,57	0,029	0,027
j+3	0,9300	14735,63	0,168	0,156
j+4	0,8100			
j+5	0,9800			
j+6	0,9500			
j+7	0,9500			
j+8	0,9300			
k-1	0,9300			
k	0,9200	64725,26	0,738	0,679

ΣA _M = Σ(ΣA _{mat}) [m ²]	87705,05
ΣG [-]	0,92
Σε↔(G < > 0) [-]	3,62
G̃ = (ΣG/Σε) [-]	0,2534



ANEXO B11b: Indicadores auxiliares para la variable X

CUADRO B11b-07.- Indicador auxiliar de X2 para el transecto 48-63.

Transecto:	Auxiliar de X_2 :			
T:48-63	\tilde{G} [-] - Poder emisor ponderado por transecto			
Material de cobertura	ϵ [-]	ΣA_{mat} [m2]	$B = \Sigma A_{mat} / \Sigma A_M$ [-]	$G = B * (\epsilon)$ [-]
j	0,9200			
j+1	0,8500			
j+2	0,9200			
j+3	0,9300	381431,10	0,242	0,225
j+4	0,8100			
j+5	0,9800	213348,97	0,136	0,133
j+6	0,9500			
j+7	0,9500	978755,34	0,622	0,591
j+8	0,9300			
k-1	0,9300			
k	0,9200			

$\Sigma A_M = \Sigma (\Sigma A_{mat})$ [m2]	1573535,42
ΣG [-]	0,95
$\Sigma \epsilon \leftrightarrow (G < > 0)$ [-]	2,86
$\tilde{G} = (\Sigma G / \Sigma \epsilon)$ [-]	0,3319



ANEXO B12a: Indicadores principales para la variable Z

CUADRO B12a-01.- Indicador principal de Z1 para todos los transectos según escenario hipotético#1.

Indicador Z ₁ : Incremento de temperatura media del transecto - \bar{I} [K]								
Transecto	$\Delta T'$			$\Delta T''$			\bar{I} [K] prom'' - prom'	Referencia ordinal
	prom' [K]	STDEV'	Cv' [%]	prom'' [K]	STDEV''	Cv'' [%]		
T _{:01 - 23}	3,8747	0,4778	12,3314	-	-	-	-	-----
T _{:24 - 29}	3,9500	0,0821	2,0797	3,9830	0,0800	2,0098	0,0330	incremento despreciable
T _{:30 - 41}	4,7166	0,4539	9,6240	4,8118	0,4528	9,4101	0,0952	incremento despreciable
T _{:30 - 35}	4,3467	0,4171	9,5956	4,3998	0,3821	8,6855	0,0531	incremento despreciable
T _{:36 - 41}	5,0866	0,1858	3,6523	5,4545	0,1875	3,4375	0,3679	incremento mediano
T _{:42 - 47}	4,6426	0,2715	5,8477	4,7337	0,2702	5,7085	0,0911	incremento despreciable
T _{:48 - 63}	4,7706	0,1188	2,4896	4,5952	0,1328	2,8905	-0,1754	incremento nulo

CUADRO B12a-02.- Indicador principal de Z1 para todos los transectos según escenario hipotético#1.

Indicador Z ₁ : Incremento de temperatura media del transecto - \bar{I} [K]								
Transecto	$\Delta T'$			$\Delta T'''$			\bar{I} [K] prom''' - prom'	Referencia ordinal
	prom' [K]	STDEV'	Cv' [%]	prom''' [K]	STDEV'''	Cv''' [%]		
T _{:01 - 23}	3,8747	0,4778	12,3314	-	-	-	-	-----
T _{:24 - 29}	3,9500	0,0821	2,0797	5,0825	0,0800	1,5750	1,1325	incremento muy alto
T _{:30 - 41}	4,7166	0,4539	9,6240	25,3177	0,4502	1,7782	20,6010	resultado inconsistente
T _{:30 - 35}	4,3467	0,4171	9,5956	29,5942	0,7636	2,5803	25,2475	resultado inconsistente
T _{:36 - 41}	5,0866	0,1858	3,6523	8,5418	0,2048	2,3981	3,4553	incremento muy alto
T _{:42 - 47}	4,6426	0,2715	5,8477	4,7337	0,2702	5,7085	0,0911	incremento despreciable
T _{:48 - 63}	4,7706	0,1188	2,4896	8,0955	0,1330	1,6435	3,3249	incremento muy alto



ANEXO B12a: Indicadores principales para la variable Z

CUADRO B12a-03.- Indicador principal de Z2 para todos los transectos.

Indicador Z ₂ : Potencial de expansión espacial "PĒ" - [K/km]					
Transecto	LT _{i-n} [km]	PE'	PE''	PE'''	PĒ
T _{:01 - 23}	1,92	0,99	-	-	0,99
T _{:24 - 29}	0,33	0,63	0,59	0,59	0,61
T _{:30 - 41}	3,81	0,42	0,40	0,40	0,41
T _{:30 - 35}	2,67	0,43	0,40	0,80	0,55
T _{:36 - 41}	1,14	0,42	0,41	0,46	0,44
T _{:42 - 47}	4,57	0,15	0,16	-	0,16
T _{:48 - 63}	16,00	0,02	0,02	0,02	0,03



ANEXO B12b: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#1.

CUADRO B12b-01.- Indicador auxiliar de Z1 para el transecto T:24-29.

Transecto: T :24-29	Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]			
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
24	3,81	3,85	0,04	incremento despreciable
25	3,89	3,92	0,03	incremento despreciable
26	4,01	4,04	0,03	incremento despreciable
27	3,98	4,02	0,04	incremento despreciable
28	3,99	4,01	0,03	incremento despreciable
29	4,02	4,05	0,03	incremento despreciable

CUADRO B12b-02.- Indicador auxiliar de Z1 para el transecto T:30-41.

Transecto: T :30-41	Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]			
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
30	3,87	4,04	0,17	incremento bajo
31	4,39	4,53	0,14	incremento bajo
32	4,19	4,27	0,08	incremento despreciable
33	4,49	4,52	0,03	incremento despreciable
34	4,51	4,54	0,03	incremento despreciable
35	4,88	4,90	0,02	incremento despreciable
36	4,73	4,84	0,11	incremento bajo
37	4,84	4,95	0,11	incremento bajo
38	4,93	5,04	0,11	incremento bajo
39	5,02	5,13	0,11	incremento bajo
40	5,30	5,42	0,12	incremento bajo
41	5,46	5,57	0,11	incremento bajo



ANEXO B12b: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#1.

CUADRO B12b-03.- Indicador auxiliar de Z1 para el sub-transecto T:30-35.

Transecto: T :30-35	Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]			
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
30	3,76	3,87	0,12	incremento bajo
31	4,29	4,39	0,10	incremento despreciable
32	4,01	4,07	0,05	incremento despreciable
33	4,52	4,54	0,02	incremento despreciable
34	4,58	4,60	0,02	incremento despreciable
35	4,92	4,93	0,01	incremento despreciable

CUADRO B12b-04.- Indicador auxiliar de Z1 para el sub-transecto T:36-41.

Transecto: T :36-41	Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]			
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
36	5,19	5,56	0,3673	incremento bajo
37	5,06	5,43	0,3641	incremento bajo
38	4,96	5,33	0,3678	incremento bajo
39	4,79	5,16	0,3658	incremento bajo
40	5,24	5,62	0,3837	incremento bajo
41	5,27	5,63	0,3587	incremento bajo



ANEXO B12b: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#1.

CUADRO B12b-05.- Indicador auxiliar de Z₁ para el transecto T:42-47.

Transecto:		Auxiliar de Z ₁ :		
T:42-47		Incremento de temperaturas por punto - I [K]		
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
42	4,44	4,54	0,10	incremento despreciable
43	4,43	4,51	0,08	incremento despreciable
44	4,46	4,55	0,09	incremento despreciable
45	4,66	4,76	0,09	incremento despreciable
46	4,71	4,82	0,10	incremento bajo
47	5,14	5,22	0,08	incremento despreciable

CUADRO B12b-06.- Indicador auxiliar de Z₁ para el transecto T:48-63.

Transecto:		Auxiliar de Z ₁ :		
T:48-63		Incremento de temperaturas por punto - I [K]		
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
48	4,92	4,82	-0,10	baja disminución
49	4,97	4,80	-0,17	baja disminución
50	4,94	4,78	-0,15	baja disminución
51	4,73	4,54	-0,18	baja disminución
52	4,90	4,72	-0,19	baja disminución
53	4,87	4,68	-0,19	baja disminución
54	4,84	4,65	-0,18	baja disminución
55	4,76	4,61	-0,14	baja disminución
56	4,77	4,57	-0,19	baja disminución
57	4,67	4,46	-0,20	baja disminución
58	4,72	4,53	-0,19	baja disminución
59	4,69	4,50	-0,19	baja disminución
60	4,65	4,46	-0,19	baja disminución
61	4,64	4,45	-0,19	baja disminución
62	4,61	4,43	-0,18	baja disminución
63	4,68	4,49	-0,18	baja disminución



ANEXO B12c: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#2.

CUADRO B12c-01.- Indicador auxiliar de Z1 para el transecto T:24-29.

Transecto: T :24-29	Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]			
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
24	3,81	4,95	1,14	incremento alto
25	3,89	5,02	1,13	incremento alto
26	4,01	5,14	1,13	incremento alto
27	3,98	5,12	1,14	incremento alto
28	3,99	5,11	1,13	incremento alto
29	4,02	5,15	1,13	incremento alto

CUADRO B12c-02.- Indicador auxiliar de Z1 para el transecto T:30-41.

Transecto: T :30-41	Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]			
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
30	3,87	24,54	20,67	incremento fuerte
31	4,39	25,04	20,65	incremento fuerte
32	4,19	24,78	20,59	incremento fuerte
33	4,49	25,03	20,54	incremento fuerte
34	4,51	25,05	20,54	incremento fuerte
35	4,88	25,41	20,53	incremento fuerte
36	4,73	25,34	20,62	incremento fuerte
37	4,84	25,46	20,62	incremento fuerte
38	4,93	25,54	20,62	incremento fuerte
39	5,02	25,63	20,61	incremento fuerte
40	5,30	25,92	20,62	incremento fuerte
41	5,46	26,07	20,61	incremento fuerte



ANEXO B12c: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#2.

CUADRO B12c-03.- Indicador auxiliar de Z1 para el sub-transecto T:30-35.

Transecto:		Auxiliar de Z ₁ :		
T :30-35		Incremento de temperaturas por punto - I [K]		
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
30	3,76	28,53	24,77	incremento fuerte
31	4,29	29,26	24,97	incremento fuerte
32	4,01	29,15	25,14	incremento fuerte
33	4,52	29,84	25,32	incremento fuerte
34	4,58	30,11	25,54	incremento fuerte
35	4,92	30,66	25,75	incremento fuerte

CUADRO B12c-04.- Indicador auxiliar de Z1 para el sub-transecto T:36-41.

Transecto:		Auxiliar de Z ₁ :		
T :36-41		Incremento de temperaturas por punto - I [K]		
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T''$ [K]	$I = \Delta T'' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
36	5,19	8,58	3,3858	incremento fuerte
37	5,06	8,47	3,4101	incremento fuerte
38	4,96	8,40	3,4414	incremento fuerte
39	4,79	8,26	3,4669	incremento fuerte
40	5,24	8,75	3,5124	incremento fuerte
41	5,27	8,78	3,5149	incremento fuerte



ANEXO B12c: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#2.

CUADRO B12c-05.- Indicador auxiliar de Z1 para el transecto T:42-47.

Transecto: T :42-47		Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]		
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T'''$ [K]	$I = \Delta T''' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
42	4,44	-	-	-
43	4,43	-	-	-
44	4,46	-	-	-
45	4,66	-	-	-
46	4,71	-	-	-
47	5,14	-	-	-

CUADRO B12c-06.- Indicador auxiliar de Z1 para el transecto T:48-63.

Transecto: T :48-63		Auxiliar de Z ₁ : Incremento de temperaturas por punto - I [K]		
Punto	$\Delta T'$ [K]	$\Delta T'''$ [K]	$I = \Delta T''' - \Delta T'$ [K]	Referencia ordinal
48	4,92	8,32	3,39	incremento fuerte
49	4,97	8,30	3,34	incremento fuerte
50	4,94	8,28	3,35	incremento fuerte
51	4,73	8,04	3,31	incremento fuerte
52	4,90	8,22	3,32	incremento fuerte
53	4,87	8,18	3,31	incremento fuerte
54	4,84	8,15	3,32	incremento fuerte
55	4,76	8,12	3,36	incremento fuerte
56	4,77	8,07	3,31	incremento fuerte
57	4,67	7,96	3,29	incremento fuerte
58	4,72	8,04	3,32	incremento fuerte
59	4,69	8,00	3,31	incremento fuerte
60	4,65	7,96	3,31	incremento fuerte
61	4,64	7,95	3,32	incremento fuerte
62	4,61	7,93	3,32	incremento fuerte
63	4,68	7,99	3,31	incremento fuerte

**ANEXO B12d:** Indicadores auxiliares para la variable Z

CUADRO B12d-01.- Indicador auxiliar de Z2 para todos los transectos (lectura numérica).

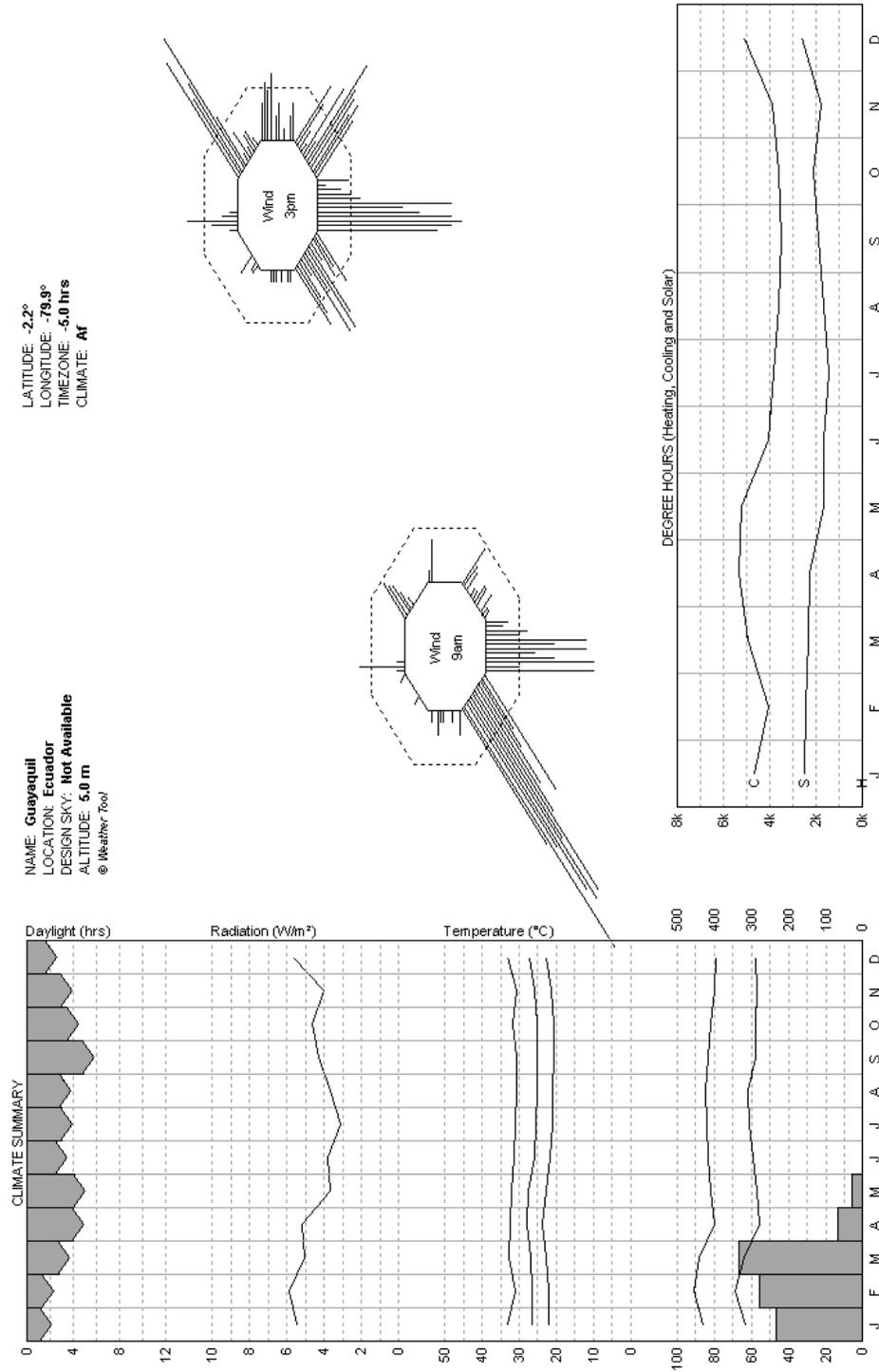
Auxiliar de Z ₂ :			
Diferencia entre perfiles máximos y mínimos por transecto [K]			
Transecto	$\Delta T'_{\max} - \Delta T'_{\min}$ [K]	$\Delta T''_{\max} - \Delta T''_{\min}$ [K]	$\Delta T'''_{\max} - \Delta T'''_{\min}$ [K]
T _{:01 - 23}	1,90	-	-
T _{:24 - 29}	0,21	0,20	0,20
T _{:30 - 41}	1,59	1,53	1,53
T _{:30 - 35}	1,16	1,06	2,13
T _{:36 - 41}	0,48	0,47	0,53
T _{:42 - 47}	0,71	0,71	-
T _{:48 - 63}	0,36	0,39	0,39

CUADRO B12d-01.- Indicador auxiliar de Z2 para todos los transectos (lectura literal).

Auxiliar de Z ₂ :			
Diferencia entre perfiles máximos y mínimos por transecto [K]			
Transecto	$\Delta T'_{\max} - \Delta T'_{\min}$ [K]	$\Delta T''_{\max} - \Delta T''_{\min}$ [K]	$\Delta T'''_{\max} - \Delta T'''_{\min}$ [K]
T _{:01 - 23}	dif. moderada	-	-
T _{:24 - 29}	dif. despreciable	dif. despreciable	dif. despreciable
T _{:30 - 41}	dif. moderada	dif. moderada	dif. moderada
T _{:30 - 35}	dif. moderada	dif. moderada	dif. fuerte
T _{:36 - 41}	dif. despreciable	dif. despreciable	diferencia leve
T _{:42 - 47}	diferencia leve	diferencia leve	-
T _{:48 - 63}	dif. despreciable	dif. despreciable	dif. despreciable



ANEXO B13a: Registros meteorológicos 2009 para Guayaquil.

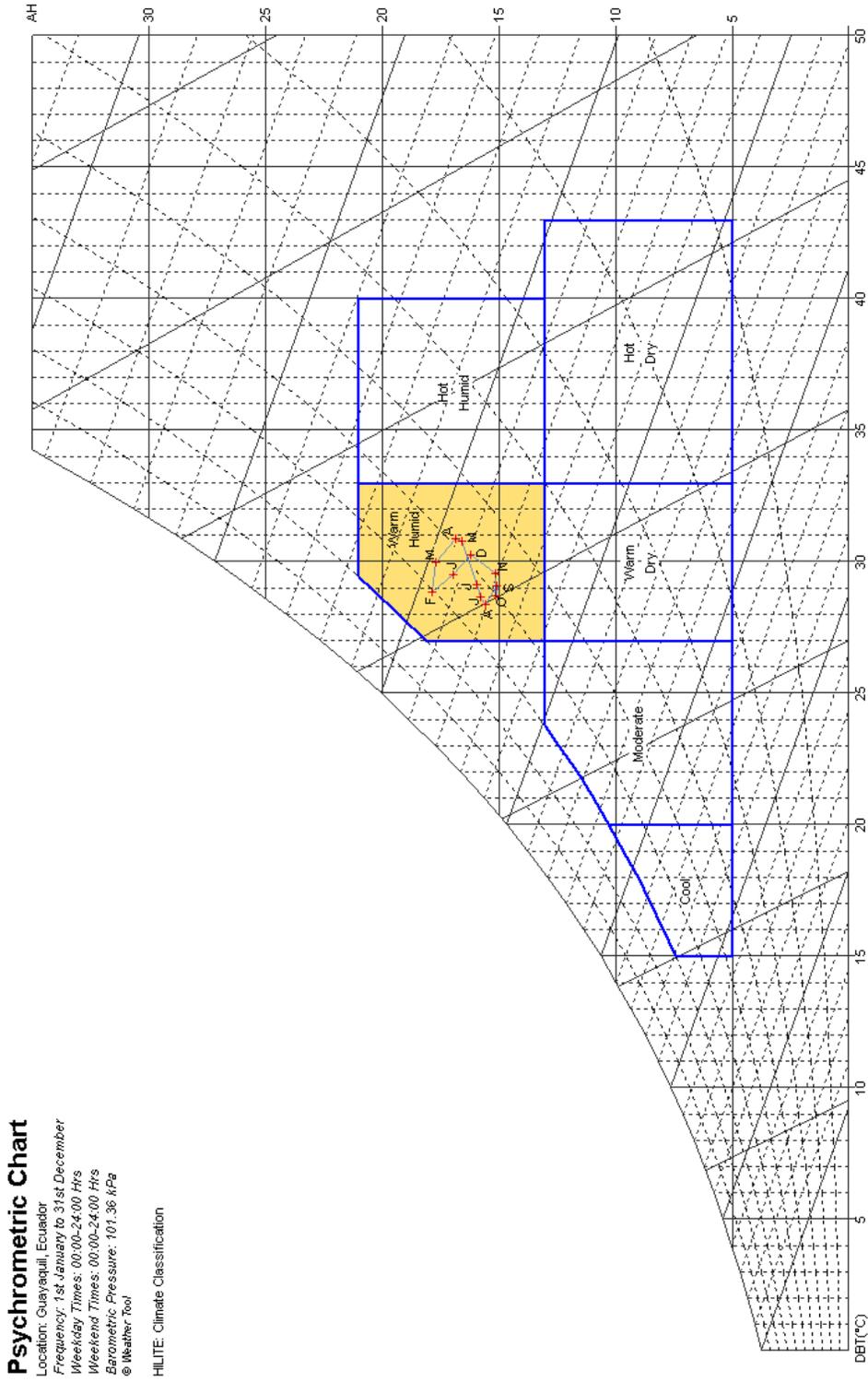


Datos obtenidos de los registros del INAMHI para el año 2009 y procesados en la herramienta Weather Tool del programa Ecotect Analysis.



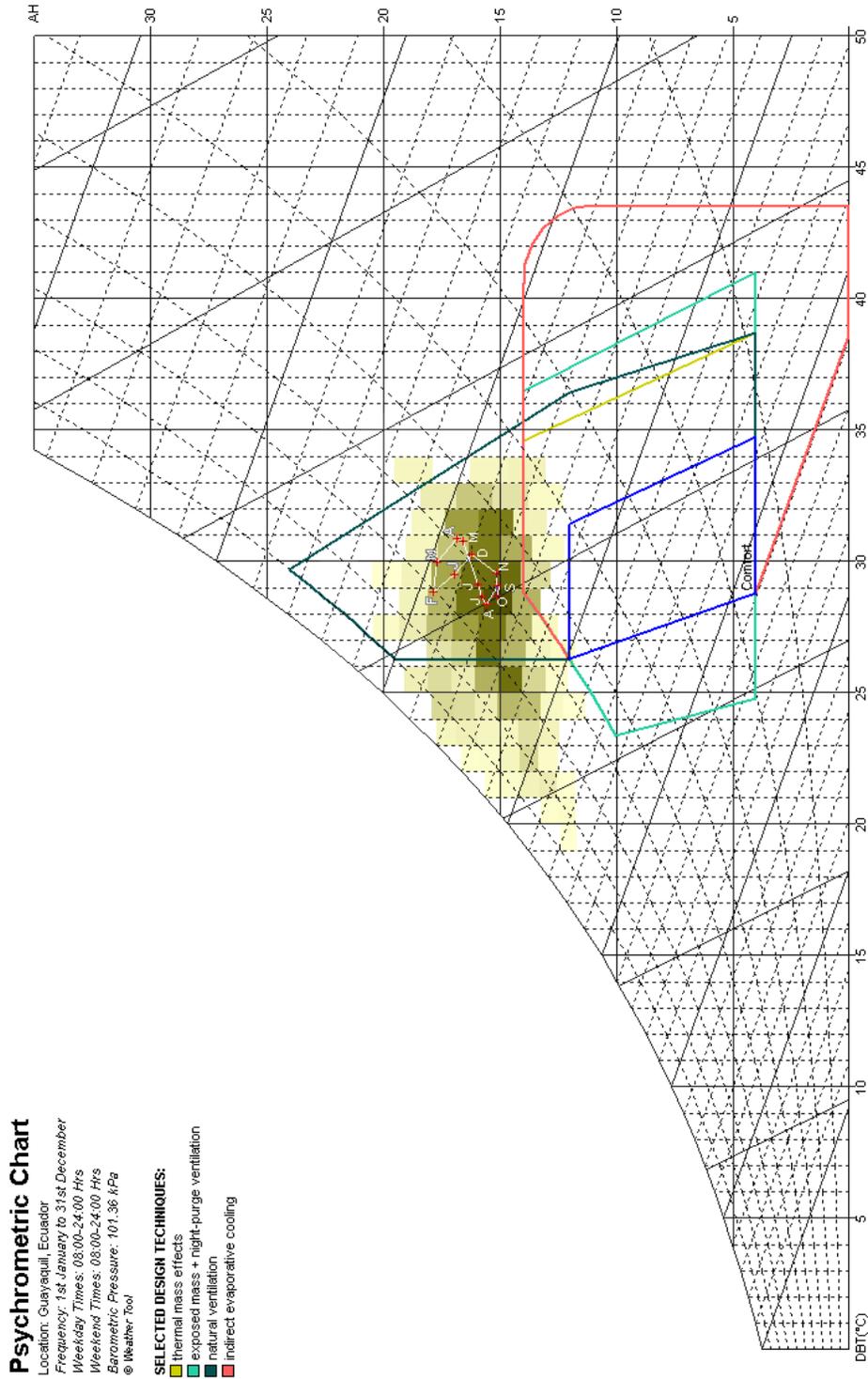
ANEXO B13b: Clima de Guayaquil según medias mensuales.

CUADRO B13b-01.- Clasificación climática de Guayaquil en diagramaGivoni.





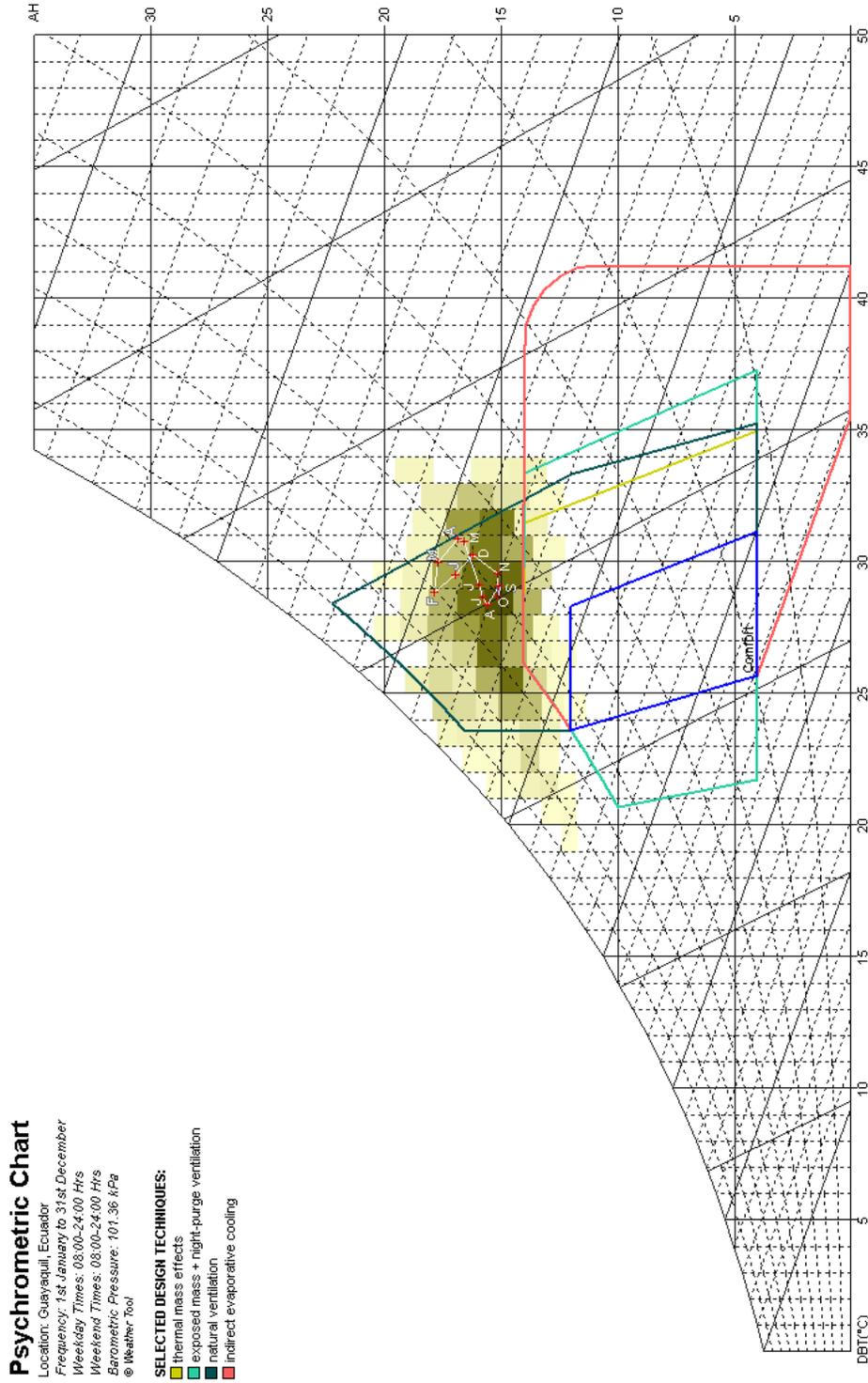
ANEXO B13c: Cartas bioclimáticas para Guayaquil.
CUADRO B13c-01.- Diagrama de Givoni para actividad baja.





ANEXO B13c: Cartas bioclimáticas para Guayaquil.

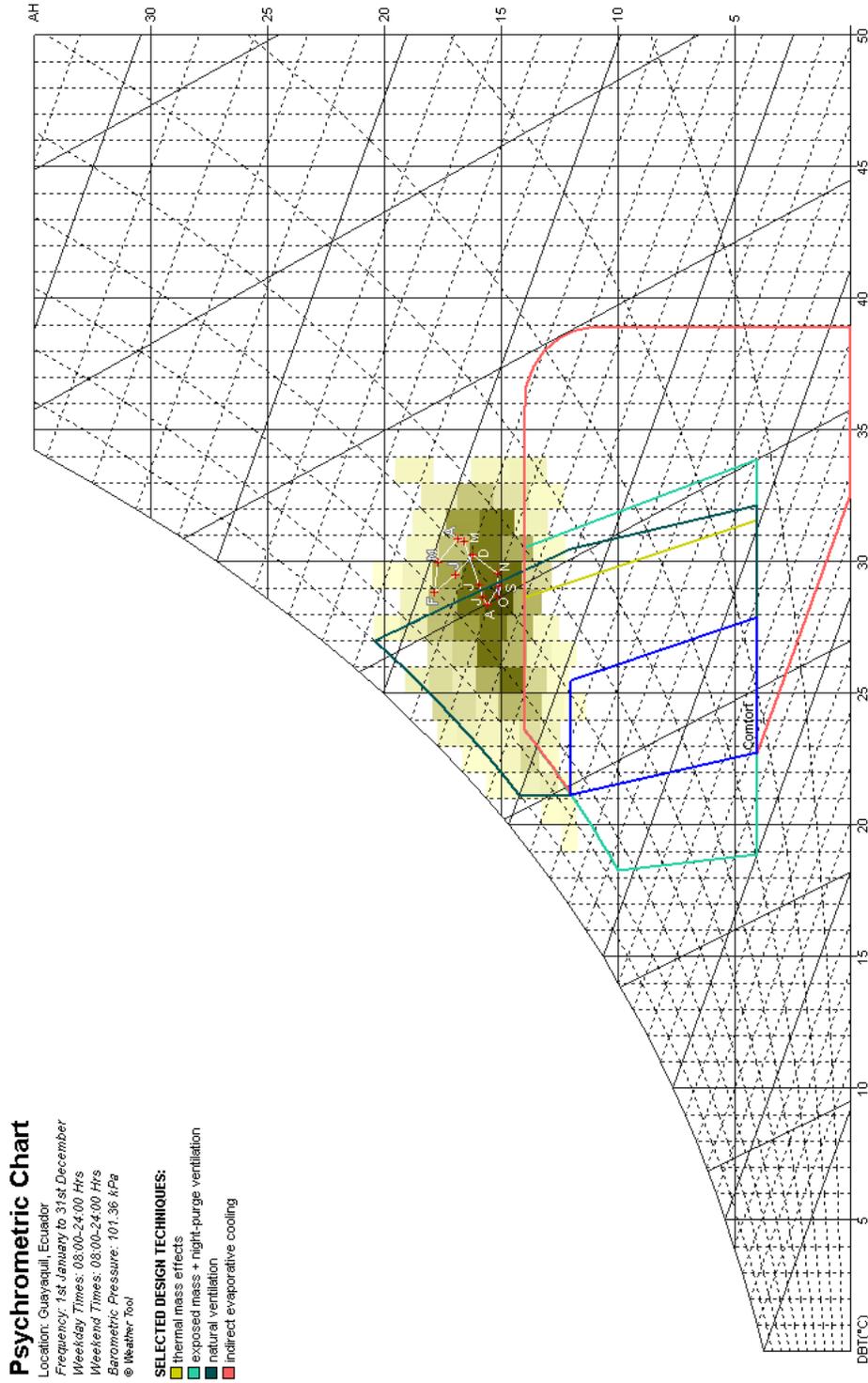
CUADRO B13c-02.- Diagrama de Givoni para actividad sedentaria.





ANEXO B13c: Cartas bioclimáticas para Guayaquil.

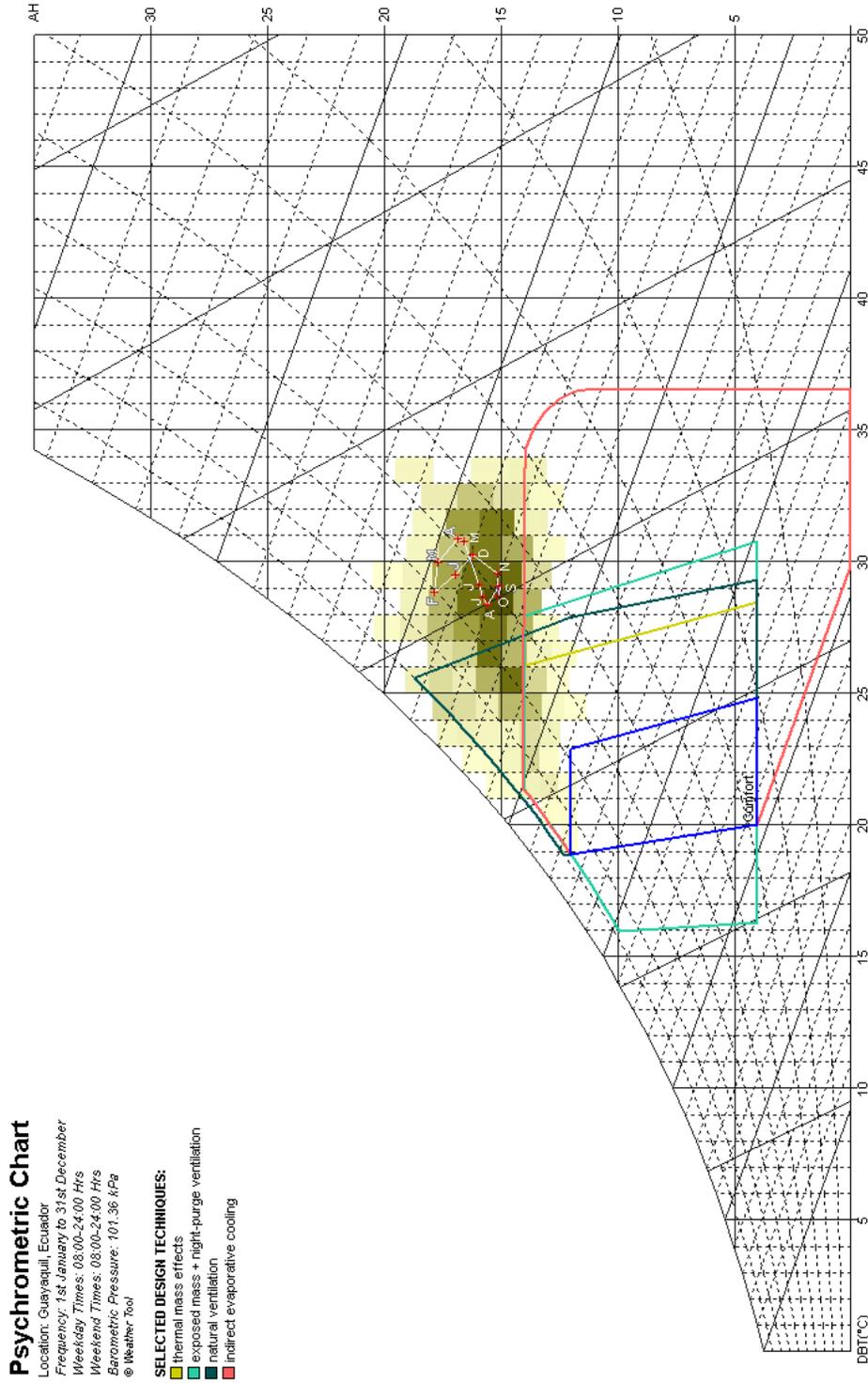
CUADRO B13c-03.- Diagrama de Givoni para actividad ligera.





ANEXO B13c: Cartas bioclimáticas para Guayaquil.

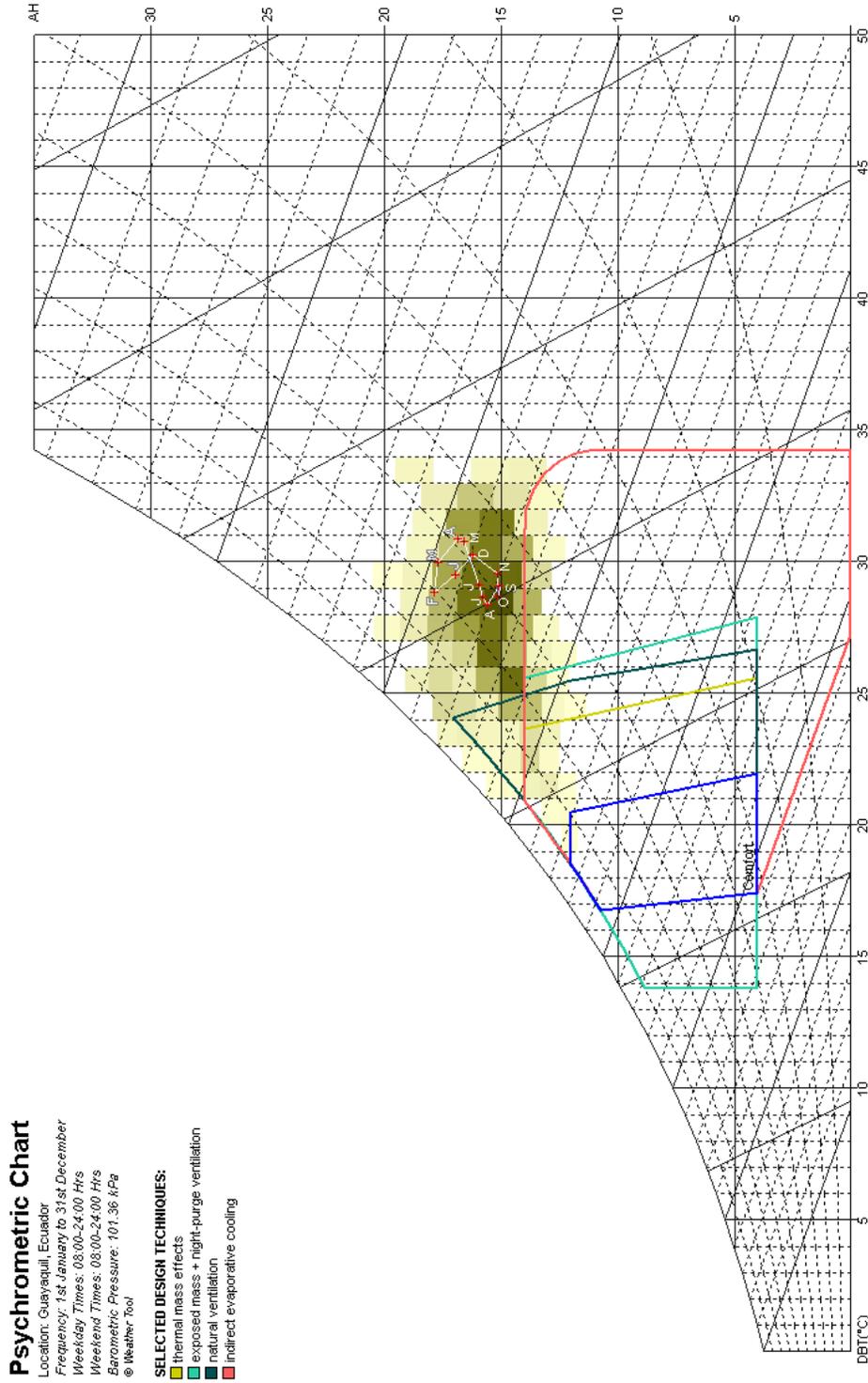
CUADRO B13c-04.- Diagrama de Givoni para actividad mediana.





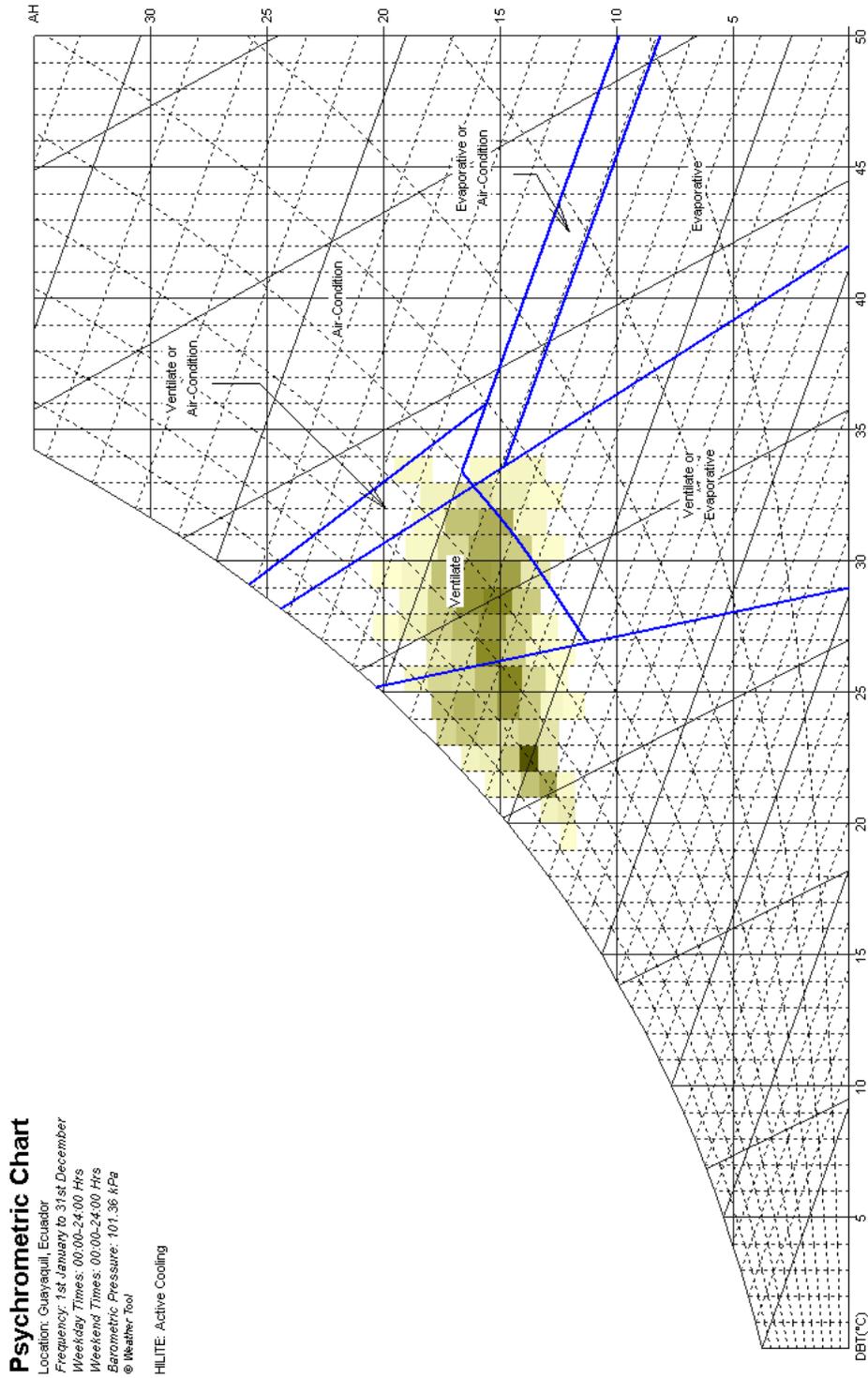
ANEXO B13c: Cartas bioclimáticas para Guayaquil.

CUADRO B13c-05.- Diagrama de Givoni para actividad pesada.



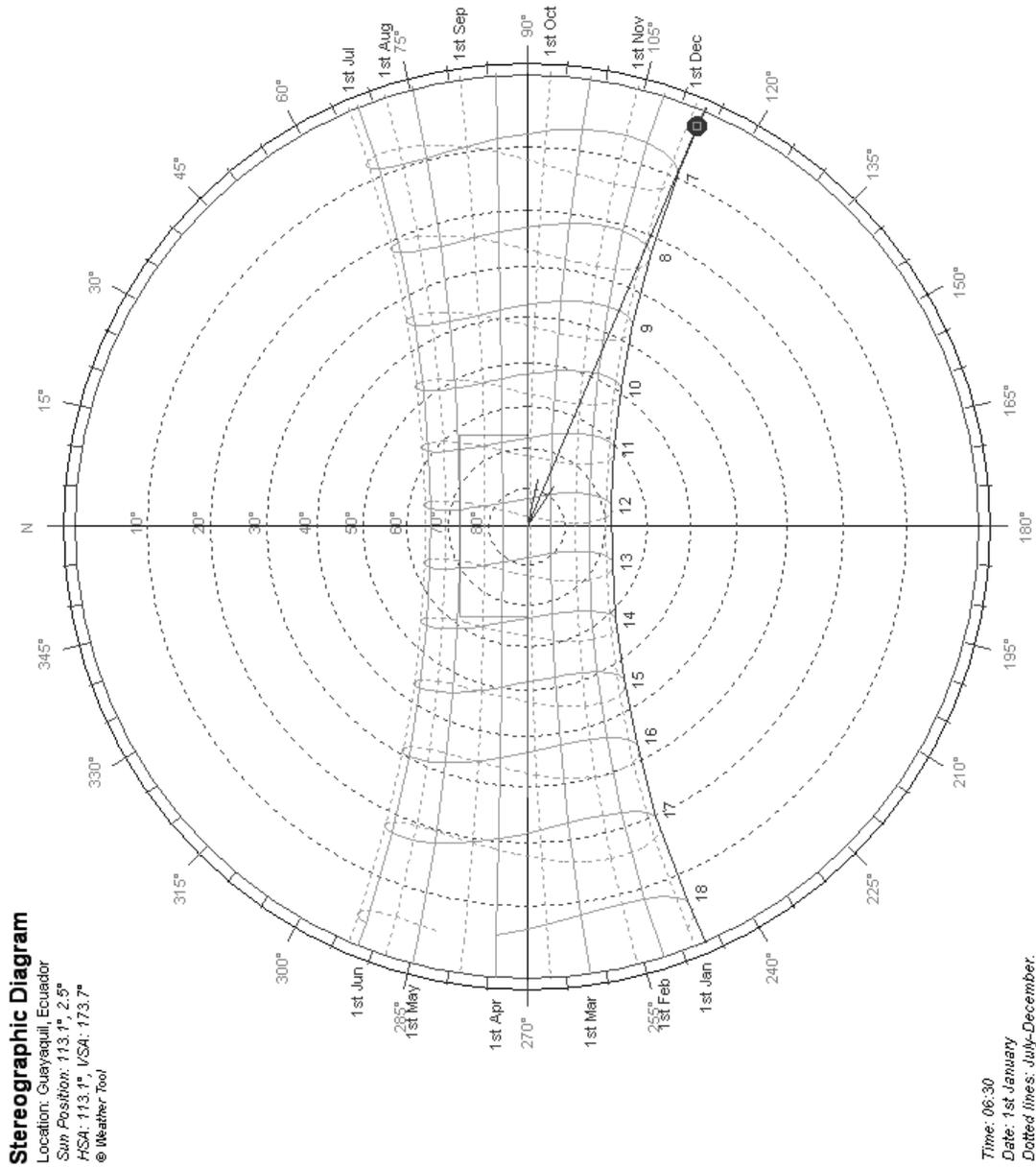


ANEXO B13d: Sistemas activos de climatización sugeridos.
CUADRO B13d-01.- Refrigeración activa en el diagrama Givoni.





ANEXO B13e: Carta solar en proyección estereográfica para la ciudad de Guayaquil.¹⁵¹



¹⁵¹ Carta solar obtenida de la herramienta Solar Tool del programa Autodesk Ecotect Analysis.



ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.

CUADRO B14-01.- Identificación de impactos ambientales.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE															
S	MEDIO		ABIÓTICO			BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO			CONTEO DE EFECTOS				
	RECURSO		AIRE	SUELO	AGUA	FLORA	FAUNA								
FASE	COMPONENTE AMBIENTAL	CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA	TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA	IMPACTOS POSITIVOS (+)	IMPACTOS NEGATIVOS (-)	IMPACTOS NULOS ()
			OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN	LIMPIEZA Y DESBROCE	-1	-1	-1				-1	-1		1		1	5	4
TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES											1		1	0	9
MOVIMIENTOS DE TIERRA		-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1		1	-1	1	7	2
TRANSPORTE DE MATERIALES		-1									1	-1	1	2	7
PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1		1	-1	1	8	1
ACARREO DE MATERIALES		-1									1		1	1	8
DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-1				-1	-1	-1	-1		1		1	5	4
INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	1			1		1	1	1	1		1	1	7	0	3
CONTEO FASE#1:												14	28	38	
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE										1		1	0	9
	TRAZADO Y REPLANTEO										1		1	0	9
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-1		-1	-1					1	-1	1	4	5
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-1								1	-1	1	2	7
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		1	-1	1	8	1
	ACARREO DE MATERIALES		-1								1		1	1	8
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-1			-1	-1	-1	-1		1		1	4	5
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	1		1		1	1	1	1		1	1	7	0	3
CONTEO FASE#2:												14	19	47	
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL	-1									1	1	2	1	7
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)	-1	-1								1	1	3	2	5
	TRANSPORTE	-1	-1									1	1	2	7
	OBRAS DE MANTENIMIENTO	-1	-1	1									2	2	6
CONTEO FASE#3:												8	7	25	
DISPOSICIÓN FINAL (2-50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES		-1			-1	-1				1	1	2	3	5
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS		-1			-1	-1				1	-1	1	4	5
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS		1		1	1	1				1	1	6	0	4
CONTEO FASE#4:												9	7	14	
CONTEO TOTAL:												+45	-61	±124	
CONTEO DE EFECTOS IDENTIFICADOS															
(+1)	IMPACTOS POSITIVOS POR COMPONENTE	2	1	3	1	3	3	2	2	20	8				
	IMPACTOS POSITIVOS POR RECURSO	3	3	4		5				30					
	IMPACTOS POSITIVOS POR MEDIO		10			5				30			SUMAN		+45
(-1)	IMPACTOS NEGATIVOS POR COMPONENTE	-7	-16	-4	-6	-8	-8	-5	0	0	-7				
	IMPACTOS NEGATIVOS POR RECURSO	-23	-4	-14		-13				-7					
	IMPACTOS NEGATIVOS POR MEDIO		-41			-13				-7			SUMAN		-61
()	IMPACTOS NULOS POR COMPONENTE	14	6	16	16	12	12	16	21	3	8				
	IMPACTOS NULOS POR RECURSO	20	16	28		28				32					
	IMPACTOS NULOS POR MEDIO		64			28				32			SUMAN		±124
TOTAL:												230	IMPACTOS		



ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.

CUADRO B14-02.- Intensidad de impactos ambientales.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE INTENSIDAD DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

In	MEDIO	ABIÓTICO					BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO		
	RECURSO	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA	FAUNA	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
FASE	COMPONENTE AMBIENTAL	TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
	CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA										
OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN (20 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE	-5	-2	-5			-10	-10		2	
	TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES									2	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-5	-5	-10	-10	-10	-5		2	-2
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-2							10	-2
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-2	-10	-2	-5	-10	-5	-5		10	-5
	ACARREO DE MATERIALES		-2							2	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-2		-2	-5	-5	-2		5	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	2		5		10	10	2		2	5
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE									2	
	TRAZADO Y REPLANTEO									2	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-5		-2	-5				2	-2
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-2							10	-2
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-2	-10	-2	-5	-10	-2	-2		10	-5
	ACARREO DE MATERIALES		-2							2	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-2		-2	-5	-2			5	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	2		5		10	10	2		2	5
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL	-2							10		10
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)	-5	-5						10	10	5
	TRANSPORTE	-5	-5								10
	OBRAS DE MANTENIMIENTO	-2	-5	5							10
DISPOSICIÓN FINAL (≥ 50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES		-2			-2	-2			5	2
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS		-2			-2	-2			2	-2
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS		5		5	5	5			2	5

ESCALA ORDINAL	VALOR
INTENSIDAD ALTA	10
INTENSIDAD MEDIA	5
INTENSIDAD BAJA	2

Criterio de ponderación Mg: 50%



ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.

CUADRO B14-03.- Extensión de impactos ambientales.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE EXTENSIÓN DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

Ex	MEDIO	ABIÓTICO					BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO		
	RECURSO	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA	FAUNA	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
FASE	COMPONENTE AMBIENTAL CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA	TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN (20 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE	-5	-5	-5			-5	-5		5	
	TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES									5	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-5	-5	-5	-10	-5	-5		5	-5
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-5							5	-5
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-5	-5	-2	-5	-10	-5	-5		5	-5
	ACARREO DE MATERIALES		-2							5	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-5		-5	-10	-5	-5		5	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	5		5		10	5	5		5	5
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE									2	
	TRAZADO Y REPLANTEO									2	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-2		-2	-5				2	-2
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-5							5	-2
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-2	-2	-2	-5	-10	-2	-2		5	-5
	ACARREO DE MATERIALES		-2							2	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-5		-5	-5	-2			5	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	2		5		10	2	2		2	5
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL	-5							5		5
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)	-5	-5						5	2	5
	TRANSPORTE	-5	-5								5
	OBRAS DE MANTENIMIENTO	-2	-5	5							5
DISPOSICIÓN FINAL (≥ 50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES		-2			-2	-2			2	2
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS		-2			-2	-2			2	-2
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS		2		5	5	2			2	5

ESCALA ORDINAL	VALOR
EXTENSIÓN REGIONAL	10
EXTENSIÓN LOCAL	5
EXTENSIÓN PREDIAL	2

Criterio de ponderación Mg: 30%



ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.

CUADRO B14-04.- Duración de impactos ambientales.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE DURACIÓN DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

Du	MEDIO	ABIÓTICO					BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO		
	RECURSO	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA	FAUNA	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
FASE	COMPONENTE AMBIENTAL CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA	TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
		OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN (20 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE	-5	-5	-2			-5	-5		5
TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES										5	
MOVIMIENTOS DE TIERRA			-5	-5	-5	-2	-5	-5		5	-5
TRANSPORTE DE MATERIALES			-5							5	-5
PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-10		-5	-2	-5	-10	-5	-5		5	-5
ACARREO DE MATERIALES			-2							5	
DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS			-5		-2	-10	-5	-5		5	
INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	10			10		10	10	2		5	5
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE									2	
	TRAZADO Y REPLANTEO									2	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-2		-2	-2				2	-2
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-2							2	-2
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-2	-2	-2	-2	-10	-2	-2		2	-2
	ACARREO DE MATERIALES		-2							2	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-2		-2	-10	-2			2	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	10		10		10	2	2		2	10
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL	-10							5		10
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)	-10	-10						5	2	10
	TRANSPORTE	-10	-10								10
	OBRAS DE MANTENIMIENTO	-2	-2	5							5
DISPOSICIÓN FINAL (≥ 50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES		-2			-2	-2			2	5
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS		-2			-2	-2			2	-2
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS		2		5	10	2			2	5

ESCALA ORDINAL	VALOR
LARGO PLAZO	10
MEDIANO PLAZO	5
CORTO PLAZO	2

Criterio de ponderación Mg: 20%



ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.

CUADRO B14-05.- Magnitud de impactos ambientales.

MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

Mg	MEDIO RECURSO		ABIÓTICO				BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO				
	COMPONENTE AMBIENTAL		AIRE	SUELO	AGUA		FLORA	FAUNA	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA		
FASE	CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA		TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA	
OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN (20 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE		-5,00	-3,50	-4,40			-7,50	-7,50		3,50		
	TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES										3,50		
	MOVIMIENTOS DE TIERRA			-5,00	-5,00	-7,50	-8,40	-7,50	-5,00		3,50	-3,50	
	TRANSPORTE DE MATERIALES			-3,50							7,50	-3,50	
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS		-4,50	-7,50	-2,00	-5,00	-10,00	-5,00	-5,00		7,50	-5,00	
	ACARREO DE MATERIALES			-2,00							3,50		
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS			-3,50			-2,90	-7,50	-5,00	-3,50		5,00	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES		4,50			6,00		10,00	8,50	2,90		3,50	5,00
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE										2,00		
	TRAZADO Y REPLANTEO										2,00		
	MOVIMIENTOS DE TIERRA			-3,50		-2,00	-4,40				2,00	-2,00	
	TRANSPORTE DE MATERIALES			-2,90							6,90	-2,00	
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS		-2,00	-6,00	-2,00	-4,40	-10,00	-2,00	-2,00		6,90	-4,40	
	ACARREO DE MATERIALES			-2,00							2,00		
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS			-2,90			-2,90	-6,00	-2,00			4,40	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES		3,60			6,00		10,00	6,00	2,00		2,00	6,00
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL		-4,50								7,50	8,50	
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)		-6,00	-6,00							7,50	6,00	6,00
	TRANSPORTE		-6,00	-6,00								8,50	
	OBRAS DE MANTENIMIENTO		-2,00	-4,40	5,00							7,50	
DISPOSICIÓN FINAL (≥ 50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES			-2,00			-2,00	-2,00			3,50	2,60	
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS			-2,00			-2,00	-2,00			2,00	-2,00	
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS			3,50		5,00	6,00	3,50			2,00	5,00	

$$Mg = 0,50In + 0,30Ex + 0,20Du$$

Criterio de ponderación V/A: 60%



ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.

CUADRO B14-06.- Reversibilidad de impactos ambientales.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE REVERSIBILIDAD DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

Rev	MEDIO	ABIÓTICO				BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO			
	RECURSO	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA	FAUNA	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
FASE	COMPONENTE AMBIENTAL CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA	TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
		OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN (20 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE	-10	-10	-10			-5	-5		5
TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES										5	
MOVIMIENTOS DE TIERRA			-10	-5	-5	-5	-5	-5		5	-5
TRANSPORTE DE MATERIALES			-10							5	-5
PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-10		-5	-5	-5	-10	-5	-5		5	-5
ACARREO DE MATERIALES			-5							5	
DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS			-5		-2	-10	-5	-5		5	
INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	2			2		10	2	2		2	2
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE									5	
	TRAZADO Y REPLANTEO									5	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-10		-5	-5				5	-5
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-10							5	-5
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-10	-5	-5	-5	-10	-5	-2		5	-5
	ACARREO DE MATERIALES		-5							5	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-5		-2	-10	-5			5	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	2		2		10	2	2		2	2
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL	-5							5		5
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)	-5	-5						5	5	5
	TRANSPORTE	-10	-10								5
	OBRAS DE MANTENIMIENTO	-2	-5	10							5
DISPOSICIÓN FINAL (≥ 50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES		-5			-10	-5			5	5
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS		-5			-5	-5			5	-5
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS		2		2	2	2			2	2

ESCALA ORDINAL	VALOR
IRREVERSIBLE	10
PARCIALMENTE REVERSIBLE	5
REVERSIBLE	2

Criterio de ponderación VIA: 25%



ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.

CUADRO B14-07.- Probabilidad de ocurrencia de impactos ambientales.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

Pr	MEDIO	ABIÓTICO					BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO		
	RECURSO	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA	FAUNA	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
FASE	COMPONENTE AMBIENTAL CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA	TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
		OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN (20 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE	-10	-10	-5			-10	-10		5
TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES										5	
MOVIMIENTOS DE TIERRA			-10	-5	-5	-5	-10	-10		5	-10
TRANSPORTE DE MATERIALES			-10							5	-5
PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-10		-10	-5	-5	-10	-5	-5		5	-10
ACARREO DE MATERIALES			-5							5	
DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS			-5		-5	-10	-2	-2		5	
INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	10			5		5	2	2		2	2
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE									5	
	TRAZADO Y REPLANTEO									5	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-10		-5	-10				5	-10
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-10							5	-5
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-10	-10	-5	-5	-10	-5	-5		5	-10
	ACARREO DE MATERIALES		-5							5	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-5		-5	-10	-2			5	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	10		5		5	2	2		2	2
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL	-10							5		5
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)	-10	-5						5	5	5
	TRANSPORTE	-10	-10								5
	OBRAS DE MANTENIMIENTO	-2	-5	5							5
DISPOSICIÓN FINAL (≥ 50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES		-5			-2	-2			5	10
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS		-5			-2	-2			5	-2
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS		2		2	2	2			2	2

ESCALA ORDINAL	VALOR
ALTA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	10
PROBABILIDAD MEDIANA DE OCURRENCIA	5
BAJA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	2

Criterio de ponderación VIA: 15%



ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.

CUADRO B14-08.- Valoración de impactos ambientales.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

Mg	MEDIO	ABIÓTICO				BIÓTICO		SOCIO-ECONÓMICO			
	RECURSO	AIRE		SUELO	AGUA		FLORA	FAUNA	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
FASE	COMPONENTE AMBIENTAL CAUSA: ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA	TEMPERATURA	RUIDO	EROSIÓN	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	COBERTURA VEGETAL	ESPECIES NATIVAS	SEGURIDAD	EMPLEO	FORMA DE VIDA
OBRAS CIVILES DE URBANIZACIÓN (20 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE	-7,00	-3,50	-4,40			-7,50	-7,50		3,50	
	TRAZADO VIAL Y PARCELACIONES									3,50	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-5,00	-5,00	-7,50	-8,40	-7,50	-5,00		3,50	-3,50
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-3,50							7,50	-3,50
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-6,70	-7,50	-2,00	-5,00	-10,00	-5,00	-5,00		7,50	-5,00
	ACARREO DE MATERIALES		-2,00							3,50	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-3,50		-2,90	-7,50	-5,00	-3,50		5,00	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	4,70		6,00		10,00	8,50	2,90		3,50	5,00
OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN (0.7 - 2 AÑOS)	LIMPIEZA Y DESBROCE									2,00	
	TRAZADO Y REPLANTEO									2,00	
	MOVIMIENTOS DE TIERRA		-3,50		-2,00	-4,40				2,00	-2,00
	TRANSPORTE DE MATERIALES		-2,90							6,90	-2,00
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS VARIOS	-5,20	-6,00	-2,00	-4,40	-10,00	-2,00	-2,00		6,90	-4,40
	ACARREO DE MATERIALES		-2,00							2,00	
	DISPOSICION TRADICIONAL DE RESIDUOS		-2,90		-2,90	-6,00	-2,00			4,40	
	INCORPORACIÓN DE ÁREAS VERDES	4,16		6,00		10,00	6,00	2,00		2,00	6,00
OPERACIÓN (50 AÑOS)	SUELO DE USO RESIDENCIAL	-5,45								7,50	8,50
	SUELO DE USO COMERCIAL (al por menor)	-6,35	-6,00							7,50	6,00
	TRANSPORTE	-7,60	-6,00								8,50
	OBRAS DE MANTENIMIENTO	-2,00	-4,40	5,00							7,50
DISPOSICIÓN FINAL (≥ 50 AÑOS)	READECUACIÓN DE INSTALACIONES		-2,00			-2,00	-2,00			3,50	2,60
	LIMPIEZA Y DESALOJO DE ESCOMBROS		-2,00			-2,00	-2,00			2,00	-2,00
	MANEJO SUSTENTABLE DE RESIDUOS		3,50		5,00	6,00	3,50			2,00	5,00

CRITICIDAD	VIA
B BAJA	2 - 4
M MEDIA	5 - 6
A ALTA	7 - 8
MA MUY ALTA	9 - 10

$$VIA = 0,60Mg + 0,25Rev + 0,15Pr$$



ANEXO B15: Variables del transecto T_{:64-68}.

CUADRO B15-01.- Superficie modificada de material de cobertura según escenario#1.

T _{:64-68}	A'' _{mat} [m ²] - Superficie de material de cobertura modificada según escenario hipotético#1														A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	#	A'' _j	A'' _{j+1}	A'' _{j+2}	A'' _{j+3}	A'' _{j+4}	A'' _{j+5}	A'' _{j+6}	A'' _{j+7}	A'' _{j+8}	A'' _{k-1}	A _k	A _{OS}	A'' _{k+1}			A'' _{k+2}
64	940					8669					4326	3138	1075			17072,3240	15009,5690
65	2214					2512					5366	16374	4734			26466,6863	14826,2625
66	2181					3290					6533	17623	5050			29625,7620	17052,7242
67	1184					1583					4247	8807	2741			15821,5443	9755,5134
68	1076					4688					4381	13277	3824			23421,9925	13969,0064

7595					20742					24852	59219	17424			112408,3091	70613,0755
$\Sigma A''_j$	$\Sigma A''_{j+1}$	$\Sigma A''_{j+2}$	$\Sigma A''_{j+3}$	$\Sigma A''_{j+4}$	$\Sigma A''_{j+5}$	$\Sigma A''_{j+6}$	$\Sigma A''_{j+7}$	$\Sigma A''_{j+8}$	$\Sigma A''_{k-1}$	ΣA_k	ΣA_{OS}	$\Sigma A''_{k+1}$	$\Sigma A''_{k+2}$	ΣA_M	ΣA_H	
10,8%					29,4%				35,2%	-	24,7%			$\% \Sigma A_H = (\Sigma A_{mat} / \Sigma A_H) \times 100$		
6,8%					18,5%				22,1%	52,7%	-			$\% \Sigma A_M = (\Sigma A_{mat} / \Sigma A_M) \times 100$		

CUADRO B15-02.- Masa térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario#1.

T _{:64-68}	M'' _{mat} [Ton] - Masa térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1														M'' _M [Ton]
	Punto	M'' _j	M'' _{j+1}	M'' _{j+2}	M'' _{j+3}	M'' _{j+4}	M'' _{j+5}	M'' _{j+6}	M'' _{j+7}	M'' _{j+8}	M'' _{k-1}	M _k	M'' _{k+1}	M'' _{k+2}	
64	1081,40					8825,00					4905,20	941,35			15752,95
65	2547,30					2557,71					6084,66	4912,32			16101,99
66	2508,83					3348,93					7407,95	5286,83			18552,54
67	1362,20					1611,47					4816,20	2642,24			10432,11
68	1238,09					4772,04					4968,24	3983,11			14961,48

8738					21115,2					28182,3	17765,9			75801,07
$\Sigma M''_j$	$\Sigma M''_{j+1}$	$\Sigma M''_{j+2}$	$\Sigma M''_{j+3}$	$\Sigma M''_{j+4}$	$\Sigma M''_{j+5}$	$\Sigma M''_{j+6}$	$\Sigma M''_{j+7}$	$\Sigma M''_{j+8}$	$\Sigma M''_{k-1}$	ΣM_k	$\Sigma M''_{k+1}$	$\Sigma M''_{k+2}$	$\Sigma M''_M$	
M''	15160,2140													

ANEXO B15: Variables del transecto T_{:64-68}.



CUADRO B15-03.- Capacidad térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario#1.

T _{:64-68} Punto	C ^{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica modificada de materiales de cobertura según escenario hipotético#1													C ^M [MJ/K]
	C ^j	C ^{j+1}	C ^{j+2}	C ^{j+3}	C ^{j+4}	C ^{j+5}	C ^{j+6}	C ^{j+7}	C ^{j+8}	C ^{k-1}	C _k	C ^{k+1}	C ^{k+2}	
64	1449,98					8272,61				6416,73	988,41			17127,73
65	3415,52					2397,61				7959,64	5157,93			18930,69
66	3363,94					3139,31				9690,69	5551,16			21745,09
67	1826,48					1510,60				6300,30	2774,34			12411,72
68	1660,08					4473,33				6499,19	4182,26			16814,86

	11716,0					19793,5				36866,5	18654,1			87030,10
	ΣC ^j	ΣC ^{j+1}	ΣC ^{j+2}	ΣC ^{j+3}	ΣC ^{j+4}	ΣC ^{j+5}	ΣC ^{j+6}	ΣC ^{j+7}	ΣC ^{j+8}	ΣC ^{k-1}	ΣC _k	ΣC ^{k+1}	ΣC ^{k+2}	ΣC ^M
C ^T _{:01-23}	17406,0193													

CUADRO B15-04.- Capacidad térmica por unidad de superficie modificada según escenario#1.

Capacidad térmica modificada por superficie (escenario hipotético#1)				
	#	C _{mat}	A _H	C _s [MJ/(K.m ²)]
T _{:64-68}	64	17127,73	15009,57	1,1412
	65	18930,69	14826,26	1,2769
	66	21745,09	17052,72	1,2752
	67	12411,72	9755,51	1,2723
	68	16814,86	13969,01	1,2038

C _s promedio	valor
Ĉ _s _{:64-68} [MJ/(K.m ²)]	1,2339

ANEXO B15: Variables del transecto T_{:64-68}.



CUADRO B15-05.- Poder emisor modificado de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.

T _{.64-68} Punto	G ^{mat} = A ^{mat} · ε ^{mat} [W/(m ² ·K ⁴)]													ΣG ^{mat} [W/(m ² ·K ⁴)]	P ^{mat} [W]	
	G ^{mat} _j	G ^{mat} _{j+1}	G ^{mat} _{j+2}	G ^{mat} _{j+3}	G ^{mat} _{j+4}	G ^{mat} _{j+5}	G ^{mat} _{j+6}	G ^{mat} _{j+7}	G ^{mat} _{j+8}	G ^{mat} _{k-1}	G ^{mat} _k	G ^{mat} _{k+1}	G ^{mat} _{k+2}			
64	864,8					8495,6					4022,8	2886,8			16269,9313	-
65	2037,0					2462,2					4990,1	15064,4			24553,7569	-
66	2006,3					3223,9					6075,3	16212,9			27518,4096	-
67	1089,3					1551,3					3949,8	8102,8			14693,2698	-
68	990,1					4593,9					4074,5	12214,8			21873,3039	-

	6987,5					20326,9					23112	54481,8			104908,6714	
	ΣG ^{mat} _j	ΣG ^{mat} _{j+1}	ΣG ^{mat} _{j+2}	ΣG ^{mat} _{j+3}	ΣG ^{mat} _{j+4}	ΣG ^{mat} _{j+5}	ΣG ^{mat} _{j+6}	ΣG ^{mat} _{j+7}	ΣG ^{mat} _{j+8}	ΣG ^{mat} _{k-1}	ΣG ^{mat} _k	ΣG ^{mat} _{k+1}	ΣG ^{mat} _{k+2}	Σ(ΣG ^{mat})	ΣP ^{mat}	
P ^{mat}	-															

CUADRO B15-06.- Flujo de calor antropogénico asumido según escenario hipotético#1.

Flujo de calor antropogénico según modelo hipotético#2			
	Eje vial	#	Qa [W/m ²]
T _{.64-68}	Autopista Guayaquil - Salinas	64	24,0000
	Victoria Concha de Valdez	65	24,2500
	Elisa Roca de Roca	66	24,5000
	Rafaela Valdez de Concha	67	24,7500
	Elisea Febres Cordero de Vallarino	68	25,0000

Qa promedio	valor
Qa _{T:64-68} [K]	24,5000


ANEXO B16: Intensidad del UHI por transecto (mini-UHIs).

Intensidad del UHI por transecto "UHI" [K]				
Transecto	UHI [K]	UHI' [K]	UHI'' [K]	UHI''' [K]
T _{:01 - 23}	5,32	5,05	-	-
T _{:24 - 29}	4,00	4,02	4,05	5,15
T _{:30 - 41}	5,27	5,46	5,57	26,07
T _{:30 - 35}	4,93	4,92	4,93	30,66
T _{:36 - 41}	5,27	5,27	5,63	8,78
T _{:42 - 47}	5,14	5,14	5,22	-
T _{:48 - 63}	4,96	4,97	4,82	8,32
T _{:64 - 68}	-	3,75	3,76	-

Rango "UHI"	Escala ordinal
$UHI \leq 0,50$	intensidad despreciable
$0,50 < UHI \leq 1,00$	intensidad leve
$1,00 < UHI \leq 2,50$	intensidad perceptible
$2,50 < UHI \leq 5,00$	intensidad moderada
$5,00 < UHI \leq 7,00$	intensidad fuerte
$UHI > 7,00$	intensidad severa

ANEXOS B	300
ANEXO B1: Características urbanas de los transectos según la normativa municipal vigente.....	319
ANEXO B2: Superficie modificada de material de cobertura según escenario hipotético#1.	320
ANEXO B3: Masa térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.....	322
ANEXO B4: Masa térmica modificada por unidad de superficie según escenario hipotético#1.....	324
ANEXO B5: Capacidad térmica modificada de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.	326
ANEXO B6: Capacidad térmica por unidad de superficie modificada según escenario hipotético#1.....	328
ANEXO B7: Poder emisor modificado de los materiales de cobertura según escenario hipotético#1.....	330
ANEXO B8: Flujo de calor antropogénico modificado según escenario hipotético#1.....	332
ANEXO B9: Tanteo de flujos de calor antropogénico “Qa”.	335
ANEXO B10: Resultados de la modificación de variables.....	336
ANEXO B11a: Indicadores principales para la variable X.....	338
ANEXO B11b: Indicadores auxiliares para la variable X.....	339
ANEXO B12a: Indicadores principales para la variable Z.....	343
ANEXO B12b: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#1. .	345
ANEXO B12c: Indicadores auxiliares para la variable Z según escenario hipotético#2. .	348
ANEXO B12d: Indicadores auxiliares para la variable Z.....	351
ANEXO B13a: Registros meteorológicos 2009 para Guayaquil.....	352
ANEXO B13b: Clima de Guayaquil según medias mensuales.....	353
ANEXO B13c: Cartas bioclimáticas para Guayaquil.	354
ANEXO B13d: Sistemas activos de climatización sugeridos.....	359
ANEXO B13e: Carta solar en proyección estereográfica para la ciudad de Guayaquil. .	360
ANEXO B14: Matrices causa-efecto de valoración de impactos ambientales.	361
ANEXO B15: Variables del transecto T ₆₄₋₆₈	369
ANEXO B16: Intensidad del UHI por transecto (mini-UHIs).	372



ANEXOS C



ANEXO C1: Variables térmicas de T:64-68.

CUADRO C1-01.- Superficie de materiales de cobertura.

T: ₆₄₋₆₈	A _{mat} [m ²] - Superficie de material de cobertura													A _M [m ²]	A _H [m ²]		
	#	A _j	A _{j+1}	A _{j+2}	A _{j+3}	A _{j+4}	A _{j+5}	A _{j+6}	A _{j+7}	A _{j+8}	A _{k-1}	A _k	A _{OS}			A _{k+1}	A _{k+2}
64		940		4326		8669						3138	1075			17072,3240	15009,5690
65		2214		5366		2512						16374	4734			26466,6863	14826,2625
66		2181		6533		3290						17623	5050			29625,7620	17052,7242
67		1184		4247		1583						8807	2741			15821,5443	9755,5134
68		1076		4381		4688						13277	3824			23421,9925	13969,0064

		7595		24852		20742						59219	17424			112408,3091	70613,0755
	ΣA _j	ΣA _{j+1}	ΣA _{j+2}	ΣA _{j+3}	ΣA _{j+4}	ΣA _{j+5}	ΣA _{j+6}	ΣA _{j+7}	ΣA _{j+8}	ΣA _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA _{k+1}	ΣA _{k+2}		ΣA _M	ΣA _H
	0,0%					29,4%				0,0%	-	24,7%				%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100	
	0,0%					18,5%				0,0%	52,7%	-				%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100	

CUADRO C1-02.- Masa térmica de materiales de cobertura.

T: ₆₄₋₆₈	M _{mat} [Ton] - Masa térmica de materiales de cobertura													M _M [Ton]		
	Punto	M _j	M _{j+1}	M _{j+2}	M _{j+3}	M _{j+4}	M _{j+5}	M _{j+6}	M _{j+7}	M _{j+8}	M _{k-1}	M _k	M _{k+1}		M _{k+2}	
64			1077,22		5628,01		8825,00						941,35			16471,58
65			2537,45		6981,27		2557,71						4912,32			16988,75
66			2499,13		8499,54		3348,93						5286,83			19634,43
67			1356,93		5525,89		1611,47						2642,24			11136,53
68			1233,30		5700,33		4772,04						3983,11			15688,78

			8704,0		32335,0		21115,2						17765,9			79920,07
	ΣM _j	ΣM _{j+1}	ΣM _{j+2}	ΣM _{j+3}	ΣM _{j+4}	ΣM _{j+5}	ΣM _{j+6}	ΣM _{j+7}	ΣM _{j+8}	ΣM _{k-1}	ΣM _k	ΣM _{k+1}	ΣM _{k+2}		ΣM _M	
M _{T:64-68}	15984,0140															

CUADRO C1-03.- Capacidad térmica de materiales de cobertura.

T: ₆₄₋₆₈	C _{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica de materiales de cobertura													C _M [MJ/K]		
	Punto	C _j	C _{j+1}	C _{j+2}	C _{j+3}	C _{j+4}	C _{j+5}	C _{j+6}	C _{j+7}	C _{j+8}	C _{k-1}	C _k	C _{k+1}		C _{k+2}	
64			1454,52		6562,27		8272,61						988,41			17277,82
65			3426,21		8140,18		2397,61						5157,93			19121,93
66			3374,47		9910,49		3139,31						5551,16			21975,43
67			1832,20		6443,21		1510,60						2774,34			12560,35
68			1665,28		6646,61		4473,33						4182,26			16967,47

			11752,7		37702,8		19793,5						18654,1			87903,00
	ΣC _j	ΣC _{j+1}	ΣC _{j+2}	ΣC _{j+3}	ΣC _{j+4}	ΣC _{j+5}	ΣC _{j+6}	ΣC _{j+7}	ΣC _{j+8}	ΣC _{k-1}	ΣC _k	ΣC _{k+1}	ΣC _{k+2}		ΣC _M	
C _{T:64-68}	17580,5999															

**ANEXO C1:** Variables térmicas de T:64-68.**CUADRO C1-04.-** Capacidad térmica superficial.

Capacidad térmica superficial			
	C_{mat}	A_H	C_s [MJ/(K.m ²)]
T:64-68	64	17277,82	1,1512
	65	19121,93	1,2898
	66	21975,43	1,2887
	67	12560,35	1,2876
	68	16967,47	1,2147

Cs promedio	valor
$\bar{C}_{s,64-68}$ [MJ/(K.m ²)]	1,2464

CUADRO C1-05.- Poder emisorio.

T:64-68	$G_{mat} = A_{mat} \cdot \epsilon_{mat}$ [m ²]													ΣG [m ²]	P [W]	
	Punto	G_j	G_{j+1}	G_{j+2}	G_{j+3}	G_{j+4}	G_{j+5}	G_{j+6}	G_{j+7}	G_{j+8}	G_{k-1}	G_k	G_{k+1}			G_{k+2}
64		799,0		4022,8		8495,6						2886,8			16204,1330	-
65		1882,0		4990,1		2462,2						15064,4			24398,7646	-
66		1853,6		6075,3		3223,9						16212,9			27365,7581	-
67		1006,4		3949,8		1551,3						8102,8			14610,3862	-
68		914,8		4074,5		4593,9						12214,8			21797,9715	-

		6456		23112,4		20326,9						54481,8			104377,0134	
	ΣG_j	ΣG_{j+1}	ΣG_{j+2}	ΣG_{j+3}	ΣG_{j+4}	ΣG_{j+5}	ΣG_{j+6}	ΣG_{j+7}	ΣG_{j+8}	ΣG_{k-1}	ΣG_k	ΣG_{k+1}	ΣG_{k+2}	$\Sigma(\Sigma G_{mat})$	ΣP	
P		-														

CUADRO C1-06.- Flujo de calor antropogénico.

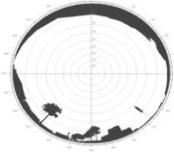
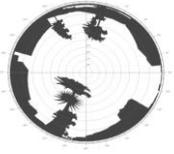
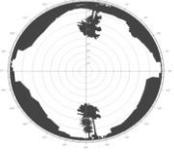
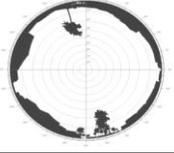
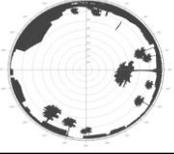
Flujo de calor antropogénico		
	Eje vial	Qa [W/m ²]
T:64-68	Autopista Guayaquil - Salinas	24,0000
	Victoria Concha de Valdez	24,2500
	Elisa Roca de Roca	24,5000
	Rafaela Valdez de Concha	24,7500
	Elisea Febres Cordero de Vallarino	25,0000

Qa promedio	valor
$\bar{Q}_{a,T:64-68}$ [K]	24,5000



ANEXO C1: Variables térmicas de T:64-68.

CUADRO C1-07.- Factor de cielo visible.

Factor de cielo visible	T:64-68			
Eje vial	Punto	SVF numérico [-]	SVF gráfico	Referencia ordinal
Autopista Guayaquil - Salinas	64	0,9630		máxima visibilidad
Victoria Concha de Valdez	65	0,8190		visibilidad elevada
Elisa Roca de Roca	66	0,9060		máxima visibilidad
Rafaela Valdez de Concha	67	0,9450		máxima visibilidad
Elísea Febres Cordero de Vallarino	68	0,9190		máxima visibilidad
			SVF_{T:64-68}	0,9100



ANEXO C2: Variables térmicas de T:64-68 modificadas según el escenario hipotético#3.

CUADRO C2-01.- Superficie modificada de materiales de cobertura.

T:64-68 #	A _{mat} [m ²] - Superficie de material modificada de cobertura según escenario hipotético #3													A _M [m ²]	A _H [m ²]	
	A _j	A _{j+1}	A _{j+2}	A _{j+3}	A _{j+4}	A _{j+5}	A _{j+6}	A _{j+7}	A _{j+8}	A _{k-1}	A _k	A _{OS}	A _{k+3}			
64	940					4334				3460	3138	1075	5200		17072,3240	15009,5690
65	2214					1256				4293	16374	4734	2329		26466,6863	14826,2625
66	2181					1645				5226	17623	5050	2951		29625,7620	17052,7242
67	1184					791				3398	8807	2741	1641		15821,5443	9755,5134
68	1076					2344				3505	13277	3824	3220		23421,9925	13969,0064
7595						10371				19882	59219	17424	15341	112408,3091		70613,0755
ΣA _j		ΣA _{j+1}	ΣA _{j+2}	ΣA _{j+3}	ΣA _{j+4}	ΣA _{j+5}	ΣA _{j+6}	ΣA _{j+7}	ΣA _{j+8}	ΣA _{k-1}	ΣA _k	ΣA _{OS}	ΣA _{k+3}	ΣA _M		ΣA _H
10,8%						14,7%				28,2%	-	24,7%		%ΣA _H = (ΣA _{mat} /ΣA _H)x100		
6,8%						9,2%				17,7%	52,7%	-		%ΣA _M = (ΣA _{mat} /ΣA _M)x100		

CUADRO C2-02.- Masa térmica modificada de materiales de cobertura.

T:64-68 Punto	M _{mat} [Ton] - Masa térmica de materiales de cobertura modificada según escenario hipotético #3													M _M [Ton]	
	M _j	M _{j+1}	M _{j+2}	M _{j+3}	M _{j+4}	M _{j+5}	M _{j+6}	M _{j+7}	M _{j+8}	M _{k-1}	M _k	M _{k+3}			
64	1081,40					4412,50					3924,16	941,35	311,98		10671,39
65	2547,30					1278,86					4867,73	4912,32	139,77		13745,98
66	2508,83					1674,47					5926,36	5286,83	177,09		15573,58
67	1362,20					805,74					3852,96	2642,24	98,46		8761,60
68	1238,09					2386,02					3974,59	3983,11	193,21		11775,02
8737,82						10557,59				22545,8	17765,85	920,51	60527,57		
ΣM _j		ΣM _{j+1}	ΣM _{j+2}	ΣM _{j+3}	ΣM _{j+4}	ΣM _{j+5}	ΣM _{j+6}	ΣM _{j+7}	ΣM _{j+8}	ΣM _{k-1}	ΣM _k	ΣM _{k+3}	ΣM _M		
M _{T:64-68}		12105,51													

CUADRO C2-03.- Capacidad térmica modificada de materiales de cobertura.

T:64-68 Punto	C _{mat} [MJ/K] - Capacidad térmica de materiales de cobertura modificada según escenario hipotético #3													C _M [MJ/K]	
	C _j	C _{j+1}	C _{j+2}	C _{j+3}	C _{j+4}	C _{j+5}	C _{j+6}	C _{j+7}	C _{j+8}	C _{k-1}	C _k	C _{k+3}			
64	1449,98					4136,31					5133,38	988,41	1013,92		12722,00
65	3415,52					1198,81					6367,71	5157,93	454,23		16594,19
66	3363,94					1569,65					7752,55	5551,16	575,52		18812,82
67	1826,48					755,30					5040,24	2774,34	319,98		10716,34
68	1660,08					2236,67					5199,35	4182,26	627,91		13906,26
11716,0						9896,7				29493,2	18654,1	2991,6	72751,61		
ΣC _j		ΣC _{j+1}	ΣC _{j+2}	ΣC _{j+3}	ΣC _{j+4}	ΣC _{j+5}	ΣC _{j+6}	ΣC _{j+7}	ΣC _{j+8}	ΣC _{k-1}	ΣC _k	ΣC _{k+3}	ΣC _M		
CT:64-68		14550,3224													



ANEXO C2: Variables térmicas de T:64-68 modificadas según el escenario hipotético#3.

CUADRO C2-04.- Capacidad térmica superficial modificada.

Capacidad térmica modificada por superficie (escenario hipotético#3)				
#	C_{mat}	A_H	C_s [MJ/(K.m ²)]	
T:64-68	64	12722,00	15009,57	0,8476
	65	16594,19	14826,26	1,1193
	66	18812,82	17052,72	1,1033
	67	10716,34	9755,513	1,0985
	68	13906,26	13969,01	0,9956

Cs promedio	valor
$\hat{C}_{s:64-68}$ [MJ/(K.m ²)]	1,0329

CUADRO C2-04.- Poder emisivo modificado.

T:64-68 Punto	$G_{mat} = A_{mat} \cdot \epsilon_{mat}$ [m ²]												ΣG [m ²]	P [W]	
	G_j	G_{j+1}	G_{j+2}	G_{j+3}	G_{j+4}	G_{j+5}	G_{j+6}	G_{j+7}	G_{j+8}	G_{k-1}	G_k	G_{k+3}			
64	864,8					4247,8				3218,2	2886,8	5095,6		16313,1870	-
65	2037,0					1231,1				3992,1	15064,4	2282,8		24607,4135	-
66	2006,3					1612,0				4860,2	16212,9	2892,3		27583,7353	-
67	1089,3					775,7				3159,8	8102,8	1608,1		14735,7407	-
68	990,1					2296,9				3259,6	12214,8	3155,7		21917,1155	-
	6987,5					10163,5				18490	54481,8	15034,5		105157,1920	
	ΣG_j	ΣG_{j+1}	ΣG_{j+2}	ΣG_{j+3}	ΣG_{j+4}	ΣG_{j+5}	ΣG_{j+6}	ΣG_{j+7}	ΣG_{j+8}	ΣG_{k-1}	ΣG_k	ΣG_{k+3}		$\Sigma(\Sigma G_{mat})$	ΣP
P	-														



ANEXO C3a: Cuadro de vigente de intensidad de edificación para ZR-2 (en amarillo las casillas sujetas a modificación).

ZONA RESIDENCIAL DOS (ZR-2)

SUB ZONA	CONDICIONES DE ORDENAMIENTO CON RETIROS				CONDICIONES DE EDIFICACION		DENSIDAD NETA		
	EN LINEA DE LINDERO		OTROS		CARACTERISTICAS DEL LOTE				
	C/Soportial	S/Soportial	Aislada	Adosada	Continua	Area		Frente	
ZR-2	---	---	SI	---	---	351 - 600 m2	10 - 15 ml.	260	
	---	---	SI	---	---	601 - 1000 m2	15 - 20 ml.	260	
	---	---	SI	---	Bloque	Min.1.000 m2	Min.30 ml.	360	
	---	---	---	---	Torre 1/	Min.1.000 m2	Min.20 ml.	600	
	---	---	---	---	CRC	Min.1.000 m2	---	600	
	---	---	---	---	CRP	Min.1.000 m2	---	450	
C/S	Ver Compatibilidad de Uso. Anexo No. 3							Min.25 ml.	---

1/Torre: La base está constituido por planta baja y primer piso alto, la que se acerca hasta 1 m. de los linderos laterales y posteriores; incluye un volado frontal del 60% del retiro, frontalmente la torre vuela el 30% del retiro frontal (para excepción ver Art. 12.4).

C = Comercio S = Servicio CRC = Conjunto Residencial Continuo CRP = Conjunto Residencial con Patios

CONDICIONES DE LA EDIFICACION		RETIROS				ESTACIONAMIENTO # DE PLAZAS
INTENSIDAD DE EDIFICACION	ALTURA SEGUN FRENTE LOTE	Frontal	Lateral	Posterior		
0,65	1,40	0,75	V.	1,20	0,15	1 por cada vivienda
0,5	1,20	0,50	V.	0,1	0,15	
0,4	1,40	0,50	0,35 de la altura			
0,5	2,20	0,90	0,2 en la torre			
0,6	1,80	Máx. 3 pisos	V.	0,15		
0,7	1,40	Máx. 2 pisos	---	---	---	Para usos no residenciales ver las normas de estacionamiento Anexo No. 5.
0,5	1,00	0,5	V.	0,15	0,2	

RETIRO FRONTAL: V = Variable (Ver Art. 14.6, literal c)
 RETIRO LATERAL: (Ver Art. 14.6, literal a)
 RETIRO POSTERIOR: (Ver Art. 14.6, literal b)



ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.

Cuadro C3b-01.- Cálculo para lotes de 351m^2 a 600m^2 con densidad neta de 260hab/ha .

Constantes		Unidad	Cantidad
	Densidad neta	[hab/ha]	260
a	Área de lote	[m^2]	351,00
b	Frente de lote	[m]	15,00
c	Altura f (frente)	[-]	0,75
e	Retiro frontal	[m]	3,00
f	Voladizo f (retiro frontal)	[-]	0,30
g	Ancho de vía (W)	[m]	13,00
h	umbral H/W cañón urbano	[-]	0,69
cálculos		Unidad	Cantidad
$i = e * f$	Voladizo	[m]	0,90
$j = b * c$	Altura permitida	[m]	11,25
$k = g + 2e - 2i$	Ancho virtual de vía (Wv)	[m]	17,20
$m = j/k$	H/Wv	[-]	0,66
conclusión#1: Entonces no existe situación de cañón urbano			
Estudio para la ordenanza			
Variables		Unidad	Cantidad
$n = j/h$	Ancho ideal de vía virtual (Wvi)	[m]	16,31
$\tilde{n} = (n - g)/(2*(1 - f))$	Retiro frontal mínimo	[m]	2,37
conclusión#2: El solar no requiere compensación de áreas, se conserva el retiro frontal normado de 3m.			



ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.

Cuadro C3b-02.- Cálculo para lotes de 600m^2 a 1000m^2 con densidad neta de 260hab/ha.

Normativa vigente			
Constantes		Unidad	Cantidad
	Densidad neta	[hab/ha]	260
a	Área de lote	[m^2]	600,00
b	Frente de lote	[m]	20,00
c	Altura f (frente)	[-]	0,75
e	Retiro frontal	[m]	3,00
f	Voladizo f (retiro frontal)	[-]	0,30
g	Ancho de vía (W)	[m]	15,00
h	umbral H/W cañón urbano	[-]	0,69
Revisión de normativa			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$i = e * f$	Voladizo	[m]	0,90
$j = b * c$	Altura permitida	[m]	15,00
$k = g + 2e - 2i$	Ancho virtual de vía (Wv)	[m]	19,20
$m = j/k$	H/Wv	[-]	0,79
conclusión#1:	Entonces existe situación de cañón urbano		
Estudio para la ordenanza			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$n = j/h$	Ancho ideal de vía virtual (Wvi)	[m]	21,74
$\tilde{n} = (n - g)/(2*(1 - f))$	Retiro frontal mínimo	[m]	4,82
conclusión#2:	El solar debe incrementar 1,82m su profundidad para compensar la superficie perdida.		



ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.

Cuadro C3b-03.- Cálculo para lotes desde 1000m² con densidad neta de 360hab/ha.

Normativa vigente			
Constantes		Unidad	Cantidad
	Densidad neta	[hab/ha]	360
a	Área de lote	[m ²]	1000,00
b	Frente de lote	[m]	30,00
c	Altura f (frente)	[-]	0,50
e	Retiro frontal	[m]	3,00
f	Voladizo f (retiro frontal)	[-]	0,30
g	Ancho de vía (W)	[m]	15,00
h	umbral H/W cañón urbano	[-]	0,69
Revisión de normativa			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$i = e * f$	Voladizo	[m]	0,90
$j = b * c$	Altura permitida	[m]	15,00
$k = g + 2e - 2i$	Ancho virtual de vía (Wv)	[m]	19,20
$m = j/k$	H/Wv	[-]	0,79
conclusión#1:	Entonces existe situación de cañón urbano		
Estudio para la ordenanza			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$n = j/h$	Ancho ideal de vía virtual (Wvi)	[m]	21,74
$\tilde{n} = (n - g)/(2*(1 - f))$	Retiro frontal mínimo	[m]	4,82
conclusión#2:	El solar debe incrementar 1,82m su profundidad para compensar la superficie perdida.		



ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.

Cuadro C3b-04.- Cálculo para lotes desde 1000m² con densidad neta de 600hab/ha.

Normativa vigente			
Constantes		Unidad	Cantidad
	Densidad neta	[hab/ha]	600
a	Área de lote	[m ²]	1000,00
b	Frente de lote	[m]	20,00
c	Altura f (frente)	[-]	0,90
e	Retiro frontal	[m]	3,00
f	Voladizo f (retiro frontal)	[-]	0,30
g	Ancho de vía (W)	[m]	17,00
h	umbral H/W cañón urbano	[-]	0,69
Revisión de normativa			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$i = e * f$	Voladizo	[m]	0,90
$j = b * c$	Altura permitida	[m]	18,00
$k = g + 2e - 2i$	Ancho virtual de vía (Wv)	[m]	21,20
$m = j/k$	H/Wv	[-]	0,85
conclusión#1:	Entonces existe situación de cañón urbano		
Estudio para la ordenanza			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$n = j/h$	Ancho ideal de vía virtual (Wvi)	[m]	26,09
$\tilde{n} = (n - g)/(2*(1 - f))$	Retiro frontal mínimo	[m]	6,50
conclusión#2:	El solar debe incrementar 3,5m su profundidad para compensar la superficie perdida.		



ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.

Cuadro C3b-05.- Cálculo para lotes desde 1000m² con densidad neta de 600hab/ha que no toman en cuenta la dimensión del lindero frontal.

Normativa vigente			
Constantes		Unidad	Cantidad
	Densidad neta	[hab/ha]	600
a	Área de lote	[m ²]	1000,00
b	Frente de lote	[m]	-
c	Altura	[piso]	3,00
e	Retiro frontal	[m]	3,00
f	Voladizo <i>f</i> (retiro frontal)	[-]	0,30
g	Ancho de vía (W)	[m]	13,00
h	umbral H/W cañón urbano	[-]	0,69
Revisión de normativa			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$i = e * f$	Voladizo	[m]	0,90
$j = c * 3.50\text{m/piso}$	Altura permitida	[m]	10,50
$k = g + 2e - 2i$	Ancho virtual de vía (Wv)	[m]	17,20
$m = j/k$	H/Wv	[-]	0,62
conclusión#1:	Entonces no existe situación de cañón urbano		
Estudio para la ordenanza			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$n = j/h$	Ancho ideal de vía virtual (Wvi)	[m]	15,22
$\tilde{n} = (n - g)/(2*(1 - f))$	Retiro frontal mínimo	[m]	1,59
conclusión#2:	El solar no requiere compensación de áreas, se conserva		



ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.

Cuadro C3b-06.- Cálculo para lotes desde 1000m² con densidad neta de 450hab/ha.

Normativa vigente			
Constantes		Unidad	Cantidad
	Densidad neta	[hab/ha]	450
a	Área de lote	[m ²]	1000,00
b	Frente de lote	[m]	-
c	Altura	[piso]	2,00
e	Retiro frontal	[m]	3,00
f	Voladizo <i>f</i> (retiro frontal)	[-]	0,30
g	Ancho de vía (W)	[m]	13,00
h	umbral H/W cañón urbano	[-]	0,69
Revisión de normativa			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$i = e * f$	Voladizo	[m]	0,90
$j = c * 3.50m/piso$	Altura permitida	[m]	7,00
$k = g + 2e - 2i$	Ancho virtual de vía (Wv)	[m]	17,20
$m = j/k$	H/Wv	[-]	0,41
conclusión#1:	Entonces no existe situación de cañón urbano		
Estudio para la ordenanza			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$n = j/h$	Ancho ideal de vía virtual (Wvi)	[m]	10,15
$\tilde{n} = (n - g)/(2*(1 - f))$	Retiro frontal mínimo	[m]	-2,04
conclusión#2:	El solar no requiere compensación de áreas, se conserva el retiro frontal normado de 3m.		



ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.

Cuadro C3b-07.- Cálculo para lotes de 25m de frente.

Normativa vigente			
Constantes		Unidad	Cantidad
	Densidad neta	[hab/ha]	-
a	Área de lote	[m ²]	-
b	Frente de lote	[m]	25,00
c	Altura f (frente)	[-]	0,50
e	Retiro frontal	[m]	3,00
f	Voladizo f (retiro frontal)	[-]	0,30
g	Ancho de vía (W)	[m]	13,00
h	umbral H/W cañón urbano	[-]	0,69
Revisión de normativa			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$i = e * f$	Voladizo	[m]	0,90
$j = b * c$	Altura permitida	[m]	12,50
$k = g + 2e - 2i$	Ancho virtual de vía (Wv)	[m]	17,20
$m = j/k$	H/Wv	[-]	0,73
conclusión#1:	Entonces existe situación de cañón urbano		
Estudio para la ordenanza			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$n = j/h$	Ancho ideal de vía virtual (Wvi)	[m]	18,12
$\tilde{n} = (n - g)/(2*(1 - f))$	Retiro frontal mínimo	[m]	3,66
conclusión#2:	El solar debe incrementar 0,66m su profundidad para compensar la superficie perdida.		



ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.

Cuadro C3b-08.- Cálculo para lotes con frente a vías peatonales V7.

Constantes		Unidad	Cantidad
	Densidad neta	[hab/ha]	260
a	Área de lote	[m ²]	351,00
b	Frente de lote	[m]	15,00
c	Altura f (frente)	[-]	0,75
e	Retiro frontal	[m]	2,00
f	Voladizo f (retiro frontal)	[-]	0,30
g	Ancho de vía (W)	[m]	6,00
h	umbral H/W cañón urbano	[-]	0,69
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$i = e * f$	Voladizo	[m]	0,60
$j = b * c$	Altura permitida	[m]	11,25
$k = g + 2e - 2i$	Ancho virtual de vía (Wv)	[m]	8,80
$m = j/k$	H/Wv	[-]	1,28
conclusión#1: Entonces existe situación de cañón urbano			
Estudio para la ordenanza			
cálculos	Variables	Unidad	Cantidad
$n = j/h$	Ancho ideal de vía virtual (Wvi)	[m]	16,31
$\tilde{n} = (n - g)/(2*(1 - f))$	Retiro frontal mínimo	[m]	7,37
conclusión#2:			
Incrementar en 5,37m la profundidad del solar resulta insostenible para las vías vehiculares inmediatas porque también incrementaría sus alturas de edificación permisibles, por tanto se conserva la situación de cañón.			

BIBLIOGRAFÍA

Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies – Urban Heat Island Basics. [en línea].

<<http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/BasicCompendium.pdf>>.

MORENO GARCÍA, María del Carmen. *Bibliografía sobre Climatología urbana: la “isla de calor”* [en línea].

<<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/46055/56860>>

MORENO GARCÍA, María del Carmen. *Una propuesta de terminología castellana en climatología urbana* [en línea].

<<http://bib.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/01361620835684728199802/catalogo17/5%20inve.pdf>>.

STEWART, ID. *Local Climate Zone Classification System* [en línea].

<<http://www.geog.ubc.ca/urbanflux/resources/lcz.pdf>>.

SANTAMOURIS, Matheos, “Advances in Building Energy Research, Volumen 3”, Earthscan, U.K., 2012.

HITCHCOCK, David. *Urban Heat Island Policies Measures* [en línea].

<<http://files.harc.edu/Projects/CoolHouston/Presentations/UrbanHeatIslandPoliciesExamples.pdf>>.

HOUSTON ADVANCED RESEARCH CENTER. *Dallas Urban Heat Island – Dallas sustainable skylines initiative* [en línea].

<<http://files.harc.edu/Projects/DallasUHI/FinalReport.pdf>>

GONÇALVES DOS SANTOS, Iara. GAZZOLA DE LIMA, Henrique, SAD DE ASSIS, Eleonora. *A comprehensive approach of the sky view factor and building mass in an urban area of the city of Belo Horizonte, Brazil* [en línea].

<http://nargeo.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/P_3_12.pdf>.

BLATT, Frank J., “Fundamentos de Física”, Tercera edición, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. [s.l.], 1991.

WILSON, Jerry D., “Física”, Segunda edición, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., México, 1996.

ESCALONA GELABERT, Vanessa, “Incidencia de la inercia térmica en edificios de uso intermitente”, Universidad Politécnica de Catalunya, Catalunya, 2007.



SOSA GRIFFIN, María Eugenia & SIERN, Geovanny, “Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico”, C.A. La Electricidad de Caracas, Caracas, Primera edición, 2004.

M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, “Proyecto de modelo territorial; metropolitano bipolar Guayaquil – Posorja; Estudios preliminares sobre desarrollo urbano, tramo A”. Guayaquil, 2008.

M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, “Ordenanza sustitutiva de edificaciones y construcciones del cantón Guayaquil”. Guayaquil, 2000.

M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL, “Ordenanza del plan regulador de desarrollo urbano de Guayaquil”. Guayaquil, 2000.

ANEXOS C	355
ANEXO C1: Variables térmicas de T:64-68.....	374
ANEXO C2: Variables térmicas de T:64-68 modificadas según el escenario hipotético#3.	377
ANEXO C3a: Cuadro de vigente de intensidad de edificación para ZR-2.	379
ANEXO C3b: Revisión aritmética de las intensidades de usos de suelo para ZR-2 según el anexo#4 de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil vigente.	380
BIBLIOGRAFÍA	388