



EL CAMBIO CLIMÁTICO EN UNA COMUNIDAD ORIGINARIA

ESTUDIO DE CASO EN CUILAPAM DE GUERRERO, OAXACA, MÉXICO.

JULITA MORENO AVENDAÑO; ANDRÉS E. MIGUEL VELASCO, JULIO C. TORRES VALDEZ.

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN UNA COMUNIDAD ORIGINARIA.

Estudio de caso en Cuilapam de Guerrero, Oaxaca, México.

Julita Moreno Avendaño,

Andrés E. Miguel Velasco,

Julio C. Torres Valdez.

PREFACIO	7
I.- EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO UN PROBLEMA DE LA CIENCIA REGIONAL	18
1.1 Antecedentes.....	19
1.1.1. Acerca de la importancia de la percepción de la cosmovisión de los pueblos originarios	19
1.1.2. Antecedentes históricos del estudio del cambio climático.....	28
1.1.3 Investigaciones sobre el cambio climático.....	30
1.2 El cambio climático como problema	32
1.2.1 El cambio climático como problema en el desarrollo regional.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.2 Evidencias del cambio climático	39
1.3 Justificación metodológica del análisis del cambio climático en la comunidad originaria de estudio.....	46
1.4 Delimitación metodológica del estudio.....	48
1.4.1 Temporalidad y área de análisis	48
1.4.1.1 Objetivos e hipótesis del estudio.....	49
II.- EL ANÁLISIS TEÓRICO-METODOLÓGICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO	51
2.1 Las teorías del desarrollo relacionadas con el Cambio Climático	52
2.1.1 Antecedentes	52
2.1.2 El concepto de desarrollo humano.....	54
2.1.3 El concepto de desarrollo regional.....	55
2.1.4 El concepto de desarrollo local	57
2.1.5 El concepto de Desarrollo sustentable	59
2.1.5. a Breve historia del surgimiento del desarrollo sustentable	59
2.1.5.b El desarrollo sustentable.....	61
2.1.6 Papel de las administraciones locales en el logro del desarrollo sustentable.....	64
2.1.7 El concepto de desarrollo humano sostenible	65

2.1.8 El índice de desarrollo humano.....	67
2.1.9 El índice de desarrollo regional sustentable	71
2.2 La importancia de los recursos hídricos en el desarrollo	73
2.2.1 Recursos naturales	73
2.2.2 El agua como recurso básico del desarrollo	75
2.2.3 Recursos hídricos.....	76
2.2.3. a. Tipos de recursos hídricos.	76
2.2.3. b . Ciclo hidrológico del agua	79
2.2.3. c Etapas del ciclo hidrológico	80
2.2.3.d Disponibilidad del agua	82
2.2.4. Gestión del agua	83
2.2.5 El agua como elemento en el desarrollo sustentable	85
2.3 Cambio climático	86
2.3.1 Conceptos Fundamentales	86
2.3.1.a El clima.....	86
2.3.1.b Efecto invernadero	87
2.3.1.c Gases de efecto invernadero (GEI): El CO ₂ y sus cómplices.	89
2.3.2 Cambio Climático: Definición	91
2.3.3 Teorías sobre el origen del cambio climático.....	92
2.3.4 Percepción y adaptación al cambio climático	95
2.3.5 Participación global, regional, nacional en el cambio climático.	96
2.3.6 Evidencias del cambio climático en el contexto regional	97
2.3.6. a. México ante el cambio climático	99
2.4 El agua y el cambio climático	100
2.4.1 Impacto del cambio climático en el desarrollo sustentable.....	101
2.4.2. Incidencia del cambio climático en los recursos hídricos	102
2.4.3 El cambio climático y los recursos hídricos en México	104
2.5 Metodología del análisis del cambio climático en la comunidad originaria de Cuilapam de Guerrero..	106
2.5.1 Tipo de investigación.....	106
2.5.2 Modelo teórico.....	107
2.5.3 Definición de variables e indicadores.....	108
2.5.3.a Índice de desarrollo regional sustentable del agua.....	108
2.5.3.b Índice de Cambio Climático (ICC).....	109
2.5.3.c Construcción de los índices.	112
2.5.4 Instrumentos para recopilar la información	113
2.5.5 Procedimiento de prueba de hipótesis.....	114

III.- EL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DE CUILAPAM DE GUERRERO	117
3.1 Antecedentes	118
3.2 Ubicación geográfica	120
3.3 Orografía	122
3.4 Hidrografía.....	122
3.4.1 Abastecimiento de agua.....	123
3.5 Clima.	125
3.6 Tipos y usos de suelo.....	125
3.7 Perfil sociodemográfico	127
3.7.1 Población.....	127
3.7.2 Marginación y migración.	129
3.7.3 Educación.....	130
3.8 Infraestructura social	132
3.8.1 Salud	132
3.8.2 Abasto	132
3.8.3 Servicios públicos.....	133
3.8.4 Vías de comunicación	134
3.9 Fiestas y tradiciones.....	134
3.10 Aspectos del contexto ligados al desarrollo de la comunidad	136
3.10.1 Aspectos ambientales	136
3.10.2 Aspectos económicos.	139
3.10.3 Aspectos sociales.....	144
IV.- LA PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COMUNIDAD DE CUILAPAM DE GUERRERO	148
4.1 El crecimiento de la mancha urbana en la comunidad de Cuilapam de Guerrero	149
4.2 La percepción del cambio climático de los ciudadanos de la comunidad originaria de Cuilapam de Guerrero	153
4.2.1 Datos generales de la población encuestada	153
4.2.2 La percepción del cambio climático por parte de la población de Cuilapam de Guerrero	154
4.2.3 Datos generales de los agricultores encuestados	165
4.2.4 La percepción del cambio climático por parte de los agricultores	166
4.2.5 Comparación de la percepción del cambio climático de la población y de los agricultores de Cuilapam de Guerrero.....	176
4.3 El comportamiento del índice de cambio climático en Cuilapam de Guerrero	177
4.4 El comportamiento del desarrollo regional sustentable en Cuilapam de Guerrero en el contexto del cambio climático	178
4.5 Comparación y análisis del índice de desarrollo sustentable e índice de cambio climático.....	181

V. COMO AFRONTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COMUNIDAD DE CUILAPAM DE GUERRERO	186
5.1 Conclusiones analíticas del estudio	187
5.2 Una breve discusión para estudios futuros del cambio climático en la comunidad de Cuilapam de Guerrero	191
5.3 Recomendaciones para afrontar el cambio climático en la comunidad de Cuilapam de Guerrero	192
ANEXOS.....	195
Anexo 1.- Encuesta para la población de Cuilapam de Guerrero.	196
Anexo 2.- Encuesta para los agricultores de Cuilapam de Guerrero.	200
Anexo 3.- Estadísticas Básicas: Cambio Climático y Desarrollo Sustentable en Cuilapam de Guerrero, Oaxaca; México.....	205
Fuentes.....	209

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica 1.- Comparación de la superficie sembrada y cosechada del estado de Oaxaca.	34
Gráfica 2.- Comportamiento de la disponibilidad per cápita del agua nacional: 1950-2030.	36
Gráfica 3.- Usos del suelo en Cuilapam de Guerrero.	37
Gráfica 4.- Pirámide poblacional del municipio de Cuilapam de Guerrero.	127
Gráfica 5.- Índice de aprovechamiento escolar.....	130
Gráfica 6.- Áreas reforestadas por año en el municipio.....	134
Gráfica 7.- Distribución de la PEA por sector	137
Gráfica 8.- Distribución de la PEA por subsector	138
Gráfica 9.- Superficie sembrada y cosechada del municipio	139
Gráfica 10.- Precipitaciones anuales (ZMO)	139
Gráfica 11.- Distribución de la población ocupada.....	141
Gráfica 12.- Índice de desarrollo humano municipal y estatal	143
Gráfica 13.- Tasa de crecimiento de la mancha urbana	146
Gráfica 14.- Pregunta 1 (P)	152
Gráfica 15.- Pregunta 2 (P)	153
Gráfica 16.- Pregunta 3 (P)	153
Gráfica 17.- Pregunta 4 (P)	154
Gráfica 18.- Pregunta 5a (P)	156
Gráfica 19.- Pregunta 5b (P)	156
Gráfica 20.- Pregunta 6 (P)	156
Gráfica 21.- Pregunta 7 (P)	157
Gráfica 22.- Pregunta 8 (P)	157
Gráfica 23.- Pregunta 9 (P)	158
Gráfica 24.- Pregunta 10 (P)	159
Gráfica 25.- Pregunta 11 (P)	160
Gráfica 26.- Pregunta 12 (P)	160
Gráfica 27.- Pregunta 13 (P)	161
Gráfica 28.- Recomendaciones de la Población	161
Gráfica 29.- Pregunta 1 (A)	163
Gráfica 30.- Pregunta 2 (A)	165
Gráfica 31.- Pregunta 3 (A)	166
Gráfica 32.- Pregunta 4 (A)	166
Gráfica 33.- Pregunta 5 (A)	166
Gráfica 34.- Pregunta 6 (A)	167

Gráfica 35.- Pregunta 7 (A)	168
Gráfica 36.- Pregunta 8 (A)	169
Gráfica 37.- Pregunta 9 (A)	169
Gráfica 38.- Pregunta 10 (A)	170
Gráfica 39.- Pregunta 11 (A)	171
Gráfica 40.- Pregunta 12 (A)	171
Gráfica 41.- Pregunta 13 (A)	172
Gráfica 42.- Recomendaciones de los agricultores	172
Gráfica 43.- Índice de Desarrollo Regional Sustentable de Cuilapam de Guerrero	176
Gráfica 44.- IDRS e ICC de Cuilapam de Guerrero	180

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Bedanni Mendoza Vásquez, Diosa Cetéotl 2014	26
Figura 2.- Temperatura media anual del estado de Oaxaca: 1971-2011	40
Figura 3.- Temperatura media anual en zona metropolitana de Oaxaca: 1930-2010	40
Figura 4.- Precipitación anual en zona metropolitana de Oaxaca	42
Figura 5.- Evaporización anual en zona metropolitana de Oaxaca	43
Figura 6.- Etapas del Ciclo hidrológico	79
Figura 7.- Modelo teórico de variables e indicadores	106
Figura 8.- Papa Juan Pablo II en su visita a Cuilapam de Guerrero	117
Figura 9.- Ex-convento de Cuilapam de Guerrero	118
Figura 10.- Monumento a Vicente Guerrero	118
Figura 11.- Vista aérea del municipio de Cuilapam de Guerrero	120
Figura 12.- Imagen del Río Valiente	121
Figura 13.- Mujer originaria de Cuilapam	126
Figura 14.- Baratillo de Cuilapam de Guerrero	131
Figura 15.- Casa de la Cultura de Cuilapam de Guerrero	132
Figura 16.- Patrón Santiago Apóstol	133
Figura 17.- Patrón Santiago Apóstol	133
Figura 18.- Danzante	133
Figura 19.- Basurero municipal de Cuilapam de Guerrero	135
Figura 20.- Basurero municipal de Cuilapam de Guerrero	135
Figura 21.- Urbanización en zonas importantes de agricultura y recarga de agua	136
Figura 22.- Urbanización en zonas importantes de agricultura y recarga de agua	136
Figura 23.- Baratillo de Cuilapam	137
Figura 24.- Carretero de Cuilapam de Guerrero, 1968	138
Figura 23.- Urbanización en zonas importantes de agricultura y recarga de agua	136

Figura 24.- Entrada al municipio de Cuilapam, 1994	148
Figura 25.- Entrada al municipio de Cuilapam, 2015	148
Figura 26.- Barrio Guadalupe, 2005.....	149
Figura 27.- Barrio Guadalupe, 2015.....	149
Figura 28.- Agricultor de Cuilapam de Guerrero	162
Figura 29.- Campesino de Cuilapam, de la Agencia Municipal de Carrizal.....	164

ÍNDICE DE MAPAS.

Mapa 1.- Macrolocalización de Cuilapam de Guerrero.....	119
Mapa 2.- Microlocalización de Cuilapam de Guerrero	119
Mapa 3.- Crecimiento de la mancha urbana de Cuilapam de Guerrero, 2000-2010.....	147

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.- Cronología del estudio del cambio climático.....	29
Tabla 2.- Temperaturas mensuales medias en la ZMO: 1930-2010	41
Tabla 3.- Evidencia de los efectos del cambio climático en el municipio de Cuilapam de Guerrero 44	
Tabla 4.- Dimensiones e indicadores del IDH.....	67
Tabla 5.- Parámetros utilizados para el cálculo del IDH municipal.....	68
Tabla 6.- Formulas para el cálculo del IDH.....	69
Tabla 7.- Localidades de Cuilapam de Guerrero	46
Tabla 8.- Tomas de derivación sobre el rio valiente, parajes regados y productores beneficiados.	122
Tabla 9.- Pozos profundos de abastecimiento según hectáreas que riegan	123
Tabla 10.- Tipos de suelos su calidad y características.....	125
Tabla 11.- Población Indígena de Cuilapam de Guerrero	128
Tabla 12.- Valor de la producción agrícola por año	140
Tabla 13.- Crecimiento de la mancha urbana del municipio de Cuilapam de Guerrero	146
Tabla 14.- Valores de los índices calculados	177

PREFACIO

México es una nación multicultural debido a los distintos grupos étnicos que lo conforman, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) estima una población de 15.7 millones de indígenas en México. Existen 11.1 millones que viven en un hogar indígena, son ubicables geográficamente y son el entorno poblacional de las políticas públicas en materia indígena. De los 15.7 millones, 6.6 millones son hablantes de lengua indígena y 9.1 millones no hablan lengua indígena y 400 mil de los hablantes no se consideran indígenas.

En México existen 68 Pueblos Originarios que se corresponde con las 68 lenguas que se hablan a lo largo de todo el país, lo cierto es que entre ellos y a su interior se vive una pluralidad lingüística, cultural e incluso religiosa (DOF, 2014).

Como ocurre en numerosos países la mayoría de los asentamientos de la población indígena, sea por razones históricas, económicas, sociales, por persecuciones o bien por los desplazamientos que han padecido y que los han excluido del desarrollo, se caracterizan por su gran dispersión territorial. De las poco más de 192 mil localidades del país, en 34 mil 263, 40% y más de sus habitantes es población indígena y, de ese total, casi 22 mil localidades tienen menos de 100 habitantes.

Desde hace décadas se puede observar que las áreas de mayor concentración de población indígena son las regiones interiores del país, regiones de difícil acceso y en zonas desérticas, montañosas o selva. Se identifican regiones indígenas como La Tarahumara, Huicot o Gran Nayar, la Maya, la Huasteca, La Montaña de Guerrero, la Lacandona, así como la Mixteca y Valles Centrales como las más notorias.

La Comisión Nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas (CDI) identifica 25 regiones indígenas en 20 estados del País, sin embargo, en todas las entidades federativas se registra presencia indígena. Por otra parte, de los 2 456

municipios con los que cuenta el país, 624 son indígenas y se concentran en los estados de Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Oaxaca, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz y Yucatán.

Regiones indígenas y municipios indígenas por entidad federativa, 2010.

Entidad Federativa	Regiones Indígenas a las que pertenece	Total de Municipios	Número de municipios indígenas ¹
Aguascalientes	No pertenece a ninguna región indígena	11	0
Baja california	No pertenece a ninguna región indígena	5	0
Baja California Sur	No pertenece a ninguna región indígena	5	0
Campeche	Maya	11	5
Coahuila	No pertenece a ninguna región indígena	38	0
Colima	No pertenece a ninguna región indígena	10	0
Chiapas	Frontera Sur, Los altos de Chiapas, Norte de Chiapas, Selva Lacandona	118	47
Chihuahua	Tarahumara	67	5
Distrito Federal	No pertenece a ninguna región indígena	16	0
Durango	Huicot o Gran Nayar	39	1
Guanajuato	No pertenece a ninguna región indígena	46	0
Guerrero	Montaña de Guerrero	81	24
Hidalgo	Huasteca Otomí de Hidalgo-Querétaro Sierra Norte de Puebla y Totonacapan	84	22
Jalisco	Huicot o Gran Nayar	125	2
México	Mazahua-Otomí	125	2
Michoacán	Purépecha, Mazahua-Otomí	113	7
Morelos	No pertenece a ninguna región indígena	33	0
Nayarit	Huicot o Gran Nayar	20	2
Nuevo león	No pertenece a ninguna región indígena	51	0
Oaxaca	Chimalapas, Chinanteca, Costa y Sierra Sur de Oaxaca, Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Zongolic, Istmo, Mixe, Mixteca, Sierra Juárez, Valles Centrales	570	294
Puebla	Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Zongolic; Sierra Norte de Puebla y Totonacapan	217	58
Querétaro	Otomí de Hidalgo Querétaro, Mazahua otomí	18	0
Quintana Roo	Maya	9	4
San Luis Potosí	Huasteca	58	14
Sinaloa	Mayo-Yaqui	18	0
Sonora	Mayo-Yaqui	72	0
Tabasco	Chontal de Tabasco, Selva Lacandona	17	0
Tamaulipas	No pertenece a ninguna región indígena	43	0
Tlaxcala	No pertenece a ninguna región indígena	60	0
Veracruz	Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Zongolic Sierra Norte de Puebla y Totonacap, Huasteca Tuxtlas, Popoluca, Náhuatl de Veracruz, Chinanteca	212	47
Yucatán	Maya	106	90
Zacatecas	No pertenece a ninguna región indígena	58	0

Fuente: "Regiones indígenas de México" CDI-PNUD y Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI

¹ Nota: Los municipios indígenas son aquéllos donde 40% y más de su población es indígena.

En la tabla anterior se encuentra especificado a que regiones indígenas pertenecen las entidades y cuantos de sus municipios se han clasificados como municipios indígenas.

Como se puede observar Oaxaca es la entidad federativa con más riqueza multicultural de la nación, ya que en su territorio se encuentra la mayor variedad de regiones indígenas de la nación, además de que poco más de la mitad de sus municipios se encuentran denominados como pueblos indígenas u originarios. Oaxaca es uno de los estados con más riqueza cultural y étnica, el territorio Oaxaqueño se encuentra dividido por ocho regiones geoeconómicas que por su extensión territorial se ordenan de la siguiente manera: Istmo, Mixteca, Sierra Sur, Costa, Sierra Norte, Valles Centrales, Tuxtepec o Papaloapan y Cañada.

En las regiones geoeconómicas antes mencionadas, conviven 16 grupos etnolingüísticos, a saber: amuzgos, chatino, chinanteco, chocho, chontal, cuicateco, huave, ixcatéco, mazateco, mixe, mixteco, náhuatl, triqui, zapoteco, zoque y el popoloca en peligro de extinción (Berumen, s.f), donde del total de la población del estado, que según el INEGI (2010) ascendía a 3 801 962 habitantes, aproximadamente 1 719 464 pertenecen a pueblos originarios.

Las raíces de las culturas de Oaxaca se localizan en la profundidad de la historia de la civilización mesoamericana desde sus orígenes hasta nuestros días. Cada una de las 16 culturas étnicas de Oaxaca, representa un conjunto de valores único e irremplazable, ya que las tradiciones y formas de expresión lingüística de cada pueblo, constituyen su manera más lograda de estar presentes en México y en el mundo(ver cuadro 1).

Según Salomón Nahmad (2011) la historia de los pueblos originarios de Oaxaca se remonta a unos 10,000 años a.e.c., con la llegada de los primeros nómadas a los valles centrales. Con el paso del tiempo al lograr estos pueblos la domesticación del maíz iniciaron una transición definitiva entre la vida nómada y seminómada. Después de esto comienza el proceso de diversificación lingüística, esto al parecer en el año 4000 a.e.c. y que hacia 1,500 a.e.c. se separan

nueve familias, cuatro de ellas en Oaxaca: las familias zapotecana, mixteca, popolocana y chinantecana (Cit. Hopkins en Nahmad, 2011). A partir de este proceso comienzan a crearse nuevas lenguas asociadas a estas familias como la zapotecana (zapoteco y chatino), mixteca (mixteco, cuicateco, amuzgo y triqui), popolocana (mazateco, popoloca, chocho e ixcatéco) y chinantecana. También se supone que sucedió algo similar con el tronco mixe-zoqueano, del que se derivan las familias mixeana y zoqueana, formadoras de las lenguas mixe y zoque. Es así como se empiezan a diversificar más las culturas en Oaxaca.

Otro factor que influyó de manera importante en esta diversificación fue la época colonial, ya que en dicha época se conformaron las estructuras gubernamentales y los patrones culturales que prevalecen en los pueblos y comunidades indígenas, producto de una mezcla entre los de origen prehispánico y los coloniales. Esto debido a que los colonizadores incorporaron en su quehacer cotidiano de nuestros pueblos indígenas nuevas formas de producción agrícola, de consumo, alimentación, vestido, educación y salud, pero manteniendo vigentes aspectos culturales que las hacen diferentes del resto de la sociedad mexicana.

Por su parte la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca (Congreso del Estado de Oaxaca, 1990) y la Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca de 1998 que señala en su Artículo 2° que *“el Estado de Oaxaca tiene una composición étnica-plural sustentada en la presencia mayoritaria de sus pueblos y comunidades indígenas, cuyas raíces culturales e históricas se entrelazan con las que constituyen la civilización mesoamericana; hablan una lengua propia; han ocupado sus territorios en forma continua y permanente; en ellos han construido sus culturas específicas, que es lo que los identifica internamente y los diferencia del resto de la población del Estado. Dichos pueblos y comunidades tienen existencia previa a la formación del estado de Oaxaca y fueron la base para la conformación política y territorial del mismo, por lo tanto tienen los derechos sociales que la presente Ley les reconoce. Esta Ley reconoce a los siguientes pueblos indígenas: Amuzgos, Cuicatecos, Chatinos, Chinantecos,*

Chocholtecos, Chontales, Huaves, Ixcatecos, Mazatecos, Mixes, Mixtecos, Nahuatl, Triquis, Zapotecos y Zoques, así como a las comunidades indígenas que conforman aquellos pueblos y sus reagrupamientos étnicos, lingüísticos y culturales como es el caso de los Tacuates. Las comunidades afroamericanas y los indígenas pertenecientes a cualquier otro pueblo procedentes de otro estado de la república y que residan temporal o permanentemente dentro del territorio del estado de Oaxaca, podrán acogerse a esta ley” (Congreso del Estado de Oaxaca, 1998).

Toponimia

Nombre común	Autodenominación	Significado
Amuzgos	Tzjon non	Pueblos de hilados
Chatinos	Kise cha'tnio	Trabajo de las palabras
Chinantecos	Tsa ju jmi	Gente de palabra antigua
Chochos	Runixa ngiigua	Los que hablan el idioma
Chontales de Oaxaca	Slijuala xanuc'	Habitantes de las montañas
Huaves	Mero ikooc	Verdaderos nosotros
Ixcatecos	Ixcatl	Pueblo de algodón
Mazatecos	Ha shuta enima	Gente de costumbre
Mixes	Ayuuk	La gente
Mixtecos	Nuu savi	Pueblo de la lluvia
Nahua	Mexicano o Macehuale	Mexica o campesino
Tacuates	Nuu savi	Pueblo de la lluvia
Triquis	Tinujei	Hermano mío
Zoques	O'depüt	Gente de idioma
Zapotecos del Istmo, de los Valles, de la Sierra Norte y de la Sierra Sur	Binnzá, Ben'zaa y Bene xon	Gente que proviene de las nubes y Gente de las nubes
Pueblos afrooaxaqueños	Morenos	Negros
Población mestiza	Gente de razón	Hispanohablantes

Fuente: Extraído de Nahmad, 2011.

La Ley Indígena invoca políticas culturales que protejan, estimulen y enriquezcan la identidad y el patrimonio cultural de cada pueblo originario de Oaxaca; ya que algunas culturas están en peligro de extinción como lo son la chocholteca e ixcatteca, al desaparecer alguna de estas la humanidad en su conjunto y el patrimonio cultural de Oaxaca se empobrecería, por ello es de vital importancia el cuidado y la protección hacia estos grupos de población ya que muestran la riqueza cultural de México y en particular de Oaxaca.

Por lo tanto, la importancia de los grupos étnicos en el Estado de Oaxaca, México, es fundamental para la bioculturalidad de este estado y del país. Pero aparte de

los problemas que tradicionalmente han afectado a estos grupos, como la pobreza, la marginación, la emigración, etc., en la actualidad también se encuentran afectados por el problema del “cambio climático”.

En algunos casos, ya comienzan a manifestarse permanentemente las evidencias de este problema, como por ejemplo, a través de la destrucción de los cultivos como el café que sustentan la economía de varias regiones indígenas, debido a la aparición de la plaga de la roya, cuya amplia irrupción ha sido atribuida a las ventajas que le proporcionó el cambio climático, y que en diversas localidades del Estado de Oaxaca ha arrasado, en el año 2015, con sus cultivos. El número de eventos ligados a la variación del clima tiende a hacerse cada vez más interminable, y por esta razón se considera de gran interés abordar su problemática en el presente libro, cuyo origen es la Tesis de Maestría titulada “Análisis de los efectos del cambio climático en el desarrollo sustentable de la comunidad de Cuilapam de Guerrero, Oaxaca, periodo 2000-2010”, presentada en Junio de 2015 en el Instituto Tecnológico de Oaxaca.

El deseo de los autores del presente libro es que resulte de interés para abordar la problemática del cambio climático en las regiones, problema que tiende a afectar desfavorablemente la calidad de vida de la población en general, y de los grupos originarios en particular.

Introducción

El cambio climático ha sido definido por el Panel Intergubernamental contra el Cambio Climático como “cualquier variación en el clima a través del tiempo, tanto por razones naturales como actividades humanas”, dichas variaciones se han manifestado alterando las condiciones climatológicas de las distintas partes del mundo, siendo algunas más vulnerables que otras. Se ha demostrado que algunas de las evidencias más contundentes del cambio de clima son los aumentos del promedio mundial de la temperatura del aire y océanos, alteraciones en aspectos como la precipitación y la humedad o la disminución de la extensión de la capa de nieve y hielo en el Hemisferio Norte. Dichos cambios están incidiendo a su vez sobre los distintos ecosistemas terrestres generando graves daños, y poniendo en peligro el desarrollo de las distintas regiones.

El presente estudio el cual lleva el nombre de “Análisis de los efectos del Cambio Climático en el desarrollo sustentable de la comunidad originaria de Cuilapam de Guerrero; Oaxaca, periodo 2000-2010”, tiene como objetivo principal “Analizar los efectos del cambio climático en los recursos hídricos y su impacto en el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero” durante el mismo periodo, siguiendo el supuesto que el cambio climático impacta negativamente el desarrollo sustentable de la comunidad estudiada.

Este trabajo consta de 6 capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el primer capítulo “El cambio climático como un problema de la ciencia regional”, se abordan las generalidades del estudio, se da un panorama corto acerca de los pueblos originarios y se establecen las preguntas de investigación, objetivos, las hipótesis y la justificación, que son los puntos que guían dicho estudio.

El capítulo II corresponde al “Análisis Teórico-Metodológico del cambio climático”, el cual se compone de cuatro grandes apartados el primero que habla sobre el

desarrollo, teorías de desarrollo y el desarrollo sustentable, el segundo que habla sobre el agua, el tercero que habla sobre el cambio climático dando los principales conceptos, y finalmente el cuarto que habla de la relación agua y cambio climático.

El capítulo III tiene por nombre “El contexto socioeconómico de Cuilapam de Guerrero”, y este tiene como finalidad describir las principales características de la zona de estudio como su ubicación, orografía clima, hidrografía, así también se describen aspectos como la educación, salud, perfil sociodemográfico, y tradiciones.

En el Capítulo IV se encuentran descritos los resultados del estudio realizado, describiendo en primer lugar los resultados de las encuestas, y el análisis de los índices y tasas calculados. Por último en el capítulo V se dan las conclusiones finales en base a los resultados encontrados así como una serie de recomendaciones que podrían mejorar la situación en la zona de estudio.

ABREVIATURAS.

A	Índice de consumo de Agua
BIE	Banco de Información y Estudios
CC	Cambio Climático
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
CH ₄	Metano
CIIDIR	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
CIN	Comité Intergubernamental de Negociación
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CINU	Centro de Información de las Naciones Unidas
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de Carbono
COP	Conferencia de las Partes
CR	Ciencia Regional
CV	Coeficientes de Variación
DEPI	División de Estudios de Posgrado e Investigación
D _{RH}	Disponibilidad de Recursos Hídricos
DS	Desarrollo Sustentable
E	Estado
ENACC	Estrategia Nacional del Cambio climático
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Ha	Hectárea
ISA	Índice de Desarrollo Sustentable del Agua
ICC	Índice de Cambio Climático
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IDM-MA	Índice de Desarrollo Municipal-Medio Ambiente
IDRS	Índice de Desarrollo Regional Sustentable
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INE	Instituto Nacional de Ecología
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
ITO	Instituto Tecnológico de Oaxaca
IPCC	Panel Intergubernamental contra el Cambio Climático
LGCC	Ley General del Cambio Climático
N/D	No disponible

N ₂ O	Óxido Nitroso
ONU	Organización de las Naciones Unidas
P	Presión
PACMUN	Plan de Acción Climática Municipal
PAEG	Programa Anual de Estadística y Geografía
PEA	Población Económicamente Activa
PEACC	Programa Estatal de Acción Ante el Cambio climático
PECC	Programa Especial de Cambio climático
PIB	Producto Interno Bruto
PNEG	Programa Nacional de Estadística y Geografía
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
R	Respuesta
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNICEF	Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia
ZMO	Zona Metropolitana de Oaxaca



I.- EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO UN PROBLEMA DE LA CIENCIA REGIONAL

1.1 Antecedentes

1.1.1. Acerca de la importancia de la percepción de la cosmovisión de los pueblos originarios

Existen muchas denominaciones usadas para referirse a la población que tiene rasgos comunes como costumbres, tradiciones, lengua, y una cultura que los diferencian de la demás población. Comúnmente estas poblaciones se denominan indígenas, pero también es frecuente escuchar algunas otras denominaciones como “aborigen”, “indio”, “pueblos originarios”, “etnias” y “tribus”.

Se tratará de aclarar entonces, las diferencias o similitudes entre estos conceptos. Comenzando con el concepto de indígena se dice que es un término que se aplica a todo aquello que es relativo a una población originario del territorio que habita, cuyo establecimiento en el mismo precede de otros pueblos o cuya presencia es lo suficientemente prolongada y estable. En cuanto al término “aborigen” hay quienes, basándose en una aproximación etimológica, sostienen que “aborigen” quiere decir sin origen; pero se cree que es incorrecto ya que, en primer lugar el término proviene del latín *Ab Origine*, que significa “desde el origen” y no “sin”; y en segunda instancia, la Real Academia Española define al aborigen entonces como “originario del suelo en que vive”, por lo que se puede afirmar que los aborígenes son el origen de cada región. Su uso más específico y común es en referencia al habitante perteneciente a una cultura que ya no es la predominante en un lugar y que ha cedido lugar a una nueva, ya sea por violencia, asimilación o cualquier otro proceso o combinación de procesos (OAJNU, 2010).

Es muy común en América Latina referirse a estos grupos con el término “indios”; lo cual es generalmente aceptado como un error ya que proviene de la equivocación de Cristóbal Colón. Además cabe añadir que, la mayoría de las veces este término se utiliza en un sentido peyorativo (despectivo) hacia estas poblaciones.

Sobre estas variaciones en las maneras de definir a estos grupos se puede añadir, que no se debe perder de vista que hay diferencias de opinión en las diferentes

regiones del mundo, por lo que es posible encontrar términos como ‘tribus’ o ‘etnias’ para referirse a los mismos. Por tribu se entiende, como un “grupo social asociado a la familia, junto con la autonomía de una nación”; es decir que son grupos de personas que comparten ciertos valores y tradiciones y se asientan en un territorio determinado (habitualmente aislado), por lo general todos pertenecen a la misma etnia. En la misma línea, los grupos étnicos son grupos de población humana en la cual los miembros se identifican entre ellos en base a una genealogía y ascendencia común, o en otros lazos históricos. Las etnias están también normalmente unidas por unas prácticas culturales, de comportamiento, lingüística, o religiosas comunes.

Queda claro entonces a qué se refieren cuando usan los diferentes términos, ahora ¿alguno de ellos es más correcto que otro? En principio no; pero la preferencia por uno u otro va a depender del contexto en el que nos encontremos. Si estamos en América Latina, probablemente se utilizará los términos indígena o pueblos originarios, o incluso aborígenes, como en Oceanía. En África seguramente se hablara de tribus, aunque también en otras regiones aisladas como en el Amazonas; y en Asia de grupos étnicos. En Europa por lo general se hablará de minorías, aunque también se encontrará la palabra indígena.

Retomando el concepto de interés, “pueblos originarios”, se dice que es la denominación con la que se conoce más comúnmente, a los indígenas americanos como una manera de reivindicar su cultura y sus intereses.

Entre los pueblos indígenas de América se ha difundido esta expresión para referirse a ellos mismos como colectivo por encima de sus diversas etnias. El adjetivo «originario», además, destaca su prioridad en la ocupación de territorio americano frente al despojo de tierras que sufren muchas de sus comunidades. El uso del término se ha difundido por su empleo en los Estudios Culturales, las cátedras universitarias y la prensa; en los cuales se lo considera una manera políticamente correcta de referirse a las comunidades indígenas. Se argumenta que otras denominaciones comunes para los pueblos americanos autóctonos son

etnocentristas e impuestas por los colonizadores como manera de destruir su identidad.

Tomando otra definición se tiene que pueblo originario, es aquel conjunto de personas que descienden de poblaciones asentadas con anterioridad a la conquista, poseen historia, idioma, usos y costumbres, formas de organización y otras características culturales comunes con las cuales se identifican sus miembros, reconociéndose como pertenecientes a la misma unidad socio cultural. Asimismo, mantienen vínculos con su espacio de ocupación tradicional bajo una lógica socio-espacial (Mazorco, 2006).

Particularmente, en este libro se maneja el concepto "originario" debido a la siguiente razón: porque se refiere a cualquier grupo de personas que poblaron un lugar, cualquiera que este sea, antes de la conquista.

En México, el CDI (Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas) en conjunto con el INEGI elaboraron el Catalogo de Localidades Indígenas 2010, en el cual se muestra la información actualizada, con datos derivados del Censo de Población y Vivienda del 2010.

De acuerdo con este catálogo, en México hay una total de 64 172 localidades indígenas, las cuales son clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena

En lo que respecta al estado de Oaxaca, cuenta con un 45 por ciento de población indígena, del total de población de 3 millones 801 mil 962 habitantes, un millón 719 mil 464 son indígenas.

Los grupos indígenas que existen son: Amuzgos, Chatinos, Chocholtecos, Huaves, Mazatecos, Mixtecos, Triquis, Zoques, Cuicatecos, Chinantecos, Chontales, Ixcatecos, Mixes, Nahuas, Zapotecos y Afromexicanos.

El municipio de estudio, Cuilapam de Guerrero, tiene raíces Mixtecas, el primer asentamiento poblacional data en el año 1520 más sin embargo, para el año 1550 fue trasladado a su sitio actual sobre asentamientos zapotecas prehispánicos. Fue

en 1551 la formación formal del municipio por los dominicos y la raza indígena zapoteca. Debido a estos datos históricos de su fundación, este se puede denominar como un pueblo originario.

Por otra parte, un rasgo importante de los pueblos originarios y que en muchos casos es un elemento clave para su desarrollo es su llamada “cosmovisión”.

Para empezar a describir la importancia que tiene la cosmovisión de estos pueblos, es necesario como primer paso definir el concepto de cosmovisión. En principio el término “Cosmovisión” viene de la palabra alemana “Weltanschauung”, concepto que fue formulado inicialmente por autores alemanes, entre ellos destacan los filósofos Emmanuel Kant y Wilhelm Dilthey. Este concepto de cosmovisión en el sentido de dicha palabra fue introducido por Johanna Broda en 1979, en el Congreso de Americanistas en Vancouver, concebido como “la visión estructurada en la cual los antiguos mesoamericanos combinaban de manera coherente sus nociones sobre el medio ambiente en que vivían, y sobre el cosmos en que situaban la vida del hombre (Zuckerhut, 2007)”.

De acuerdo a la etimología griega, cosmovisión proviene de “cosmos”, que significa el mundo o el universo, y siendo éste el elemento primigenio de cosmovisión, podría enunciarse que ésta palabra involucra una visión global del mundo que surge a partir de las actividades vitales de la experiencia de la vida y de la estructura de la totalidad psíquica; estando por ende sometidas a las variaciones de la historia y de la cultura.

Por su parte Broda acentúa en su definición la relación entre las nociones de medio ambiente y cosmos, y tiende a enfocar el campo que abarca la cosmovisión primordialmente a la percepción y elaboración intelectual sobre la naturaleza.

La cosmovisión se plasma en prácticas tanto religiosas como no religiosas: se expresa en los rituales, en la forma de comer, en todos aquellos campos que conforman la cultura tanto material como intangible de los grupos humanos. La

cosmovisión es una atracción de la totalidad del universo; es el conjunto de ideas, nociones inconscientes, emociones, concepciones, etc. sobre cómo opera el cosmos sus criaturas, sus ámbitos, sus fuerzas, historia, destino y su naturaleza, todo cuanto existe, existió o incluso es concebido que alguna vez exista. La cosmovisión modela al universo, lo representa en movimiento: explica la acción concertada de dioses, hombres, animales, rocas, planetas y entidades existentes para la cultura (Gabriel Espinoza citado en Camacho, 2012).

En general cosmovisión se puede definir como la manera que tienen los pueblos de ver su realidad, relacionándola con su entorno natural y social inmediato. Es decir es la manera de pensar y de ser de los individuos que pertenecen a un determinado pueblo y cultura. En ello se incluyen aspectos como tradiciones, costumbres, rituales, ideas y representaciones.

Pérez Pino sostiene que en la cosmovisión de los pueblos originarios particularmente, es un denominador común la unión indisoluble de su medio ambiente respecto del enfoque con que “miran su mundo”, y es así que cada pueblo, cada cultura es el espejo del mundo natural en el que vive. La diversidad cultural es el reflejo de la diversidad natural.

Por otra parte, también es importante definir el concepto de percepción. La psicología define las percepciones como “el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos, entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización” (Vargas, 1994). Podemos entender entonces el concepto de percepción como la manera de apreciar, interpretar, explicar una situación, imagen, un concepto, idea o realidad, donde en muchas ocasiones influirán aspectos como la cultura, la ideología, la formación, clase, etnicidad, género, religión, experiencia, entre otras, es decir, la percepción de la realidad se moldea de acuerdo a las características de las personas que la perciben.

Varios autores reconocen que la percepción, como proceso y producto de una interacción activa entre el ambiente y el individuo tiene una dimensión dual, la cual Vargas (1994) llama biocultural. La primera es la recepción de estímulos y es un componente que proviene de la experiencia individual. En la segunda parte se seleccionan y organizan los estímulos, se interpretan y adquieren significado de acuerdo a pautas culturales e ideológicas específicas; es decir, este componente se origina de la interacción social.

La importancia de conocer las percepciones radica en que las decisiones y acciones de una sociedad en relación con el ambiente están basadas no sólo en los aspectos materiales, sino también en los culturales, inscritos en contextos sociales y ambientales específicos. Es decir la importancia del estudio de las percepciones en el contexto de la problemática ambiental radica en que éstas se vinculan a la toma de decisiones. Los individuos actúan y toman decisiones en un ambiente históricamente contextuado e influyen variables como las antes mencionadas (Durand, 2002).

Estando claro los conceptos de cosmovisión y percepción, ahora abordaremos la importancia que tiene la cosmovisión indígena para el cuidado del medio ambiente.

La cosmovisión de los pueblos indígenas se basa en la relación armónica y holística en todos los elementos de la Madre Tierra al cual el ser humano pertenece pero no la domina. En otras palabras, la tierra no les pertenece a los seres humanos, estos son parte de ella y de los equilibrios que hacen posible la vida en su seno (Alem, 2003). Esta forma de ver la vida, es fundamentalmente importante para el desarrollo sustentable, ya que bajo esta cosmovisión, mantienen un vínculo con la tierra y naturaleza, consideran a la naturaleza como un todo y con la cual no pueden enriquecerse individualmente, por lo tanto se niegan a adoptar la lógica de la explotación y el usufructo económico. Por ello no resulta casual que las regiones más prístinas, es decir, aquellas donde la riqueza natural ha permanecido a salvo de la depredación provocada por la sobre-explotación de sus recursos, coincidan admirablemente con territorios indígenas

(Ibídem). Esta cosmovisión contiene una serie de principios que se orientan a la idea de cuidar, respetar, y mantener al conjunto de seres vivos que interactúan en la naturaleza, asegurando así su existencia, proteger los recursos no renovables; incentivar a la comunidad para que cuide su propio ambiente, concientizarlas acerca de la conservación del entorno como garantía de una vida digna tanto para las actuales generaciones como para las futuras.

Hay que recordar que el concepto de sustentabilidad se funda en el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza, así como la complejidad ambiental, promueve una nueva alianza naturaleza-cultura fundando una nueva economía, reorientando los potenciales de la ciencia y la tecnología, y construyendo una nueva cultura política fundada en una ética de la sustentabilidad -en valores, creencias, sentimientos y saberes- que renuevan los sentidos existenciales, los modos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra (Pérez, 2003).

Ante esto, se ha constatado que los pueblos originarios, debido a su gran dependencia de las condiciones naturales, han adquirido capacidades de adaptación a complejas circunstancias ambientales que merecen ser examinadas en relación a las estrategias de mitigación y adaptación. Así se expuso en el 7º Periodo de Sesiones del Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas de la ONU, bajo el tema “Cambio Climático y Derechos de los Pueblos Indígenas”, realizado en Nueva York, EUA: “Las culturas originarias, por su cosmovisión, valores y formas de relacionarse con la Naturaleza (bajo principios de reciprocidad e intercambio) han demostrado sabiduría para adaptarse y mitigar los efectos negativos del Cambio Climático, conteniendo esta cosmovisión, un conjunto de valores y saberes y formas de producción tradicionales, alternativas y viables para que, de adaptarse universalmente, la sociedad humana pueda enfrentar y revertir el calentamiento global del planeta (García, 2011). Para muchos pueblos es vital que la relación entre naturaleza, espíritus y seres humanos se encuentre en equilibrio.

Dentro de este contexto es importante también destacar que casi todas las formas de economía indígena son economías sostenibles, como por ejemplo, los sistemas tradicionales de cría de ganado, el aprovechamiento de los bosques tropicales o su práctica de cultivos rotativos, logrando así conservar y aprovechar ecosistemas frágiles, como los bosques de manglares, humedales, el ártico o los bosques tropicales (Feldt, 2011).



Figura 1.- Bedanni Mendoza Vásquez, Diosa Centéotl 2014.

Por ello la cosmovisión de los pueblos originarios debería ser un elemento fundamental para el desarrollo de políticas para el cuidado del medio ambiente, programas de educación ambiental, políticas en contra del cambio climático; ya

que para superar la crisis ambiental en la que nos encontramos y avanzar hacia un desarrollo sustentable es necesaria una recreación de nuestros saberes ancestrales. En efecto, lo que se necesita es recordar que nuestra supervivencia depende del bienestar general del Planeta, acercándonos de este modo hacia una visión biocéntrica, cuyo origen se aloja en la cosmovisión de los pueblos originarios (Pérez, 2003).

Como es bien sabido algunos de los proyectos realizados para el cuidado del medio ambiente no han sido del todo exitosos, la propuesta se ha elaborado sin tomar en cuenta las características geográficas, culturales y sociales de cada territorio, donde los proyectos son más orientados al asistencialismo que a la auto sostenibilidad, además de la amenaza de exterminarnos con los mega proyectos hidroeléctricos, turismo no reglamentado y pagos de servicios ambientales mal administrados por las asociaciones de desarrollo. Los proyectos para que sean de interés comunitario deben tomar en cuenta nuestra cosmovisión ser amigables con el entorno, auto sostenibles, que involucre a todas las comunidades del territorio, respete las formas de vivir de las comunidades y busque los trabajos en colectividad de las familias.

Por otra parte, ante la amenaza creciente del cambio climático la constituye un peligro para la supervivencia de los pueblos indígenas en todo el mundo, pese a que los pueblos indígenas contribuyeron muy poco a las emisiones de gases efecto invernadero. Los pueblos indígenas se han considerado esenciales para los numerosos ecosistemas que habitan sus tierras y territorios y forman parte activa de ellos, por lo que podrían ayudar a mejorar su resiliencia. Además, los pueblos indígenas interpretan los efectos del cambio climático, y reaccionan ante ellos, de manera creativa, aprovechando los conocimientos tradicionales y otras técnicas para encontrar soluciones que puedan ayudar a la sociedad en su conjunto a hacer frente a los cambios inminente (Cit. UNPFII, 2008 en Feldt, 2011).

1.1.2. Antecedentes históricos del estudio del cambio climático.

Fueron los científicos quienes, en primera instancia, pusieron sus ojos en este problema: el cambio climático, y quienes llamaron la atención internacional advirtiéndole las amenazas que este fenómeno podría generar. El cambio climático (CC) se le observa y estudia desde hace más de un siglo; la historia del descubrimiento científico del CC comenzó a principios del siglo XIX cuando los científicos sospecharon que hubo cambios naturales en el paleoclima y se identificó por primera vez en efecto invernadero natural. Con el paso de los años ha ido transformándose la percepción sobre lo que significa y sus implicaciones. Hasta la primera mitad del siglo pasado, la opinión común sobre el calentamiento global era que sería beneficioso para el planeta, pues muchas tierras se incorporarían a la agricultura y los inviernos serían más benignos; en 1939, por ejemplo, The New York Times predecía que en un futuro se hablaría de los suaves inviernos de los años cincuenta. En los decenios de 1950-60, 1960-70 y 1970-80 se recogieron datos que demostraron que las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera estaban aumentando muy rápidamente. Al mismo tiempo, las investigaciones sobre los núcleos de hielo y los sedimentos lacustres revelaron que el sistema climático había sufrido otras fluctuaciones abruptas en el pasado lejano.

A continuación se presenta en la Tabla 1 una breve cronología acerca del estudio del Cambio Climático.

Tabla No 1.- Cronología del estudio del cambio climático.

AÑO	AUTOR	APORTACION
Comienzos del siglo XIX	Joseph Fourier	¿Qué determina la temperatura media de un planeta como la Tierra? Fourier observó la retención de la reacción térmica en la atmósfera e intentó explicarla comparando la Tierra y su cubierta con una caja cerrada por una lámina de cristal. Con esta explicación unos pocos científicos habían comenzado a hablar de un efecto invernadero que impide que la tierra se congele.
1859	John Tyndall	Comprueba que el gas de hulla al quemarla era tan opaco como una tabla para los rayos de calor (infrarrojos). También hizo experimentos con CO ₂ y halló que este era igualmente opaco, descubriendo la forma de provocar calentamiento natural.
1896	Svante Arrhenius	Abordó el enigma de la era glacial, relacionando la cantidad de CO ₂ y la cantidad de vapor de agua existente en la atmósfera con la disminución o aumento de la temperatura. Calculó que si se duplicaba el CO ₂ atmosférico, la temperatura de la Tierra subiría unos 5 ó 6 °C.
1897	Thomas Chamberlain	Agregó a los cálculos del calentamiento el efecto de los volcanes, océanos y la degradación de los minerales.
1910		La mayoría de los científicos pensaban que los cálculos de Arrhenius eran completamente erróneos. Algunos sostenían que la mayor acumulación de CO ₂ estaba encerrada en los océanos y minerales y que sólo una pizca de CO ₂ (1/50 parte) estaba presente en la atmósfera. Existía la idea de que el clima podía variar (catástrofes climáticas) pero esto siempre sería algo pasajero.
1938	Guy Stewart Callendar	Se presentó ante la sociedad meteorológica real y demostró un calentamiento global cuya responsabilidad la tenía el hombre, a través de la quema de combustible y la emisión del CO ₂ .
1958	Charles Kelling	Realizó las primeras mediciones de dióxido de carbono (CO ₂). Las revelaciones de Kelling impactaron en aquella época, pues en ese entonces los científicos creían que los océanos y vegetación eran capaces de absorber todos los gases que producían en el planeta. Sus pronósticos se confirmaron en la siguiente década, los niveles de CO ₂ estaban en aumento, a partir de ahí se comenzó a estudiar el tema en diferentes Cumbres y Conferencias.
Durante el periodo 1900-1950, la ciencia del clima no sufrió alteraciones ya que los climatólogos se basaban en estadísticas y dirigían sus investigaciones a consejos agrícolas u otros temas. La comunidad científica, incluyendo a Callendar, creía que el calentamiento global sería algo bueno para la humanidad, pues contribuiría al incremento de cultivos, dejando en el cajón la idea de que los seres humanos influían en el clima mundial mediante las emisiones de CO₂.		
Cronografía de la Convención Marco del Cambio Climático (CMNUCC) y del Protocolo de Kioto.		
1972		Primera Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Conferencia de Estocolmo). La problemática del CC no fue considerada, el debate giró entorno a temas como la contaminación química, las pruebas de las bombas atómicas y la caza de ballenas. Pero a partir de aquí es cuando los líderes mundiales establecen reunirse cada diez años para realizar un seguimiento del estado ambiental y analizar el impacto que sobre él pueda conllevar el desarrollo.
1979		Primera conferencia mundial sobre el clima en Ginebra. Se consideró por primera vez al CC como una amenaza real para el planeta. Se adoptó una declaración que exhortaba a los Gobiernos a prever y evitar los posibles cambios de clima provocados por el hombre.
1988		Establecimiento del IPCC (Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático), creado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Aquí se concluyó mediante un grupo de 400 científicos que solo con medidas fuertes para detener las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se impediría que el calentamiento global fuera grave.
1990		Una respuesta oficial a la amenaza del CC comenzó con las negociaciones en las Naciones Unidas en este año, en lo que eventualmente se convertiría en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el CC. El IPCC y la segunda CMNUCC piden un tratado mundial sobre CC.
1992		Se realiza la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Rio de Janeiro, Brasil (Cumbre de la Tierra). En dicha reunión los líderes mundiales adoptaron el plan conocido como Agenda 21, un ambicioso programa de acción para el desarrollo sostenible global donde la lucha contra el CC era un punto principal.
1994		Entra en vigor el plan Agenda 21.

1995	Primera conferencia de las partes Berlín (COP). Es la COP la responsable de mantener el proceso de la CMNUCC en su conjunto en marcha.
1997	Adopción del Protocolo de Kioto, es aquí donde los países industrializados, adquieren compromisos concretos y un calendario de actuación, para la reducción de la emisiones de GEI.
1998	El año más caliente en la década más caliente del siglo más caliente del milenio
2002	Johannesburgo, aparece la sociedad civil participando en el tema.
2007	Bali, se inició el proceso de negociación para el segundo periodo de cumplimiento el Protocolo de Kioto, el cual tendría vigencia entre 2012 y 2020, debido a que los primeros compromisos de Kioto fueron insuficientes.
2009	Conferencia de Copenhague, se logró fijar la meta que el límite máximo para el incremento de la temperatura media global sea de 2°C, sin embargo no se mencionó como se alcanzaría dicha meta.
2010	Cancún, la conferencia de Cancún fue importante para asegurar que la COP llegue a compromisos políticos para enfrentar el CC. Destaca la creación del Fondo Verde para el Clima.
2011	Durban, XVII Conferencia sobre el CC, en dicho evento los principales emisores de GEI, como EE.UU. y los países de reciente industrialización -China, Brasil, India y Sudáfrica – estuvieron dispuestos a iniciar un proceso que se complementaría en 2015 y que concluirá con un acuerdo legalmente vinculante de protección climática.

Fuentes: (Torres, 2008; De Vengoechea, 2012)

1.1.3 Investigaciones sobre el cambio climático.

La investigación científica relacionada con el tema se ha realizado desde distintas ramas como en las ciencias físicas y biológicas, y se han publicado numerosos artículos y revistas. En el caso de las ciencias físicas se publica una gran cantidad de artículos en revistas científicas como Journal of Climate, Climate Dynamics, Bulletin of the American Meteorological Society y Geophysical Research Letters, entre otras.

Por otra parte, en revistas como Nature, Science, Oecología, Journal of Biogeography, Ecological Applications, Plant Physiology, Trends in Ecology and Evolution, Journal of Ecology, entre otras, se publican artículos relacionados con impactos actuales y potenciales del cambio climático sobre ecosistemas y especies en particular.

En general son muchos los científicos y organizaciones que se han encargado de investigar y divulgar los resultados sobre este fenómeno. Entre algunas de las organizaciones más importantes encargadas de estudiar este fenómeno destaca el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) el cual se creó en 1988 con la finalidad de proporcionar evaluaciones integrales de estado de los

conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuestas.

Investigaciones locales.

En cuanto a los estudios del Cambio Climático (CC) desde el enfoque de la Ciencia Regional, las bases de datos del Potencial e Inventario de la Investigación Científica y Tecnológica en Materia de CC del INE en México contienen a instituciones educativas del estado de Oaxaca como lo son: el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAX), del Instituto Politécnico Nacional y a la Universidad del Mar, esta última con proyectos de ecología y blanqueo coralino e investigaciones sobre CC de ecosistemas costeros. En lo que respecta al CIIDIR se han realizado diversos estudios sobre el Cambio Climático, entre ellos destacan, “Contribución de los gases de efecto invernadero por cambio y uso de suelo en el estado de Oaxaca y mitigación” e “Impacto del Cambio Climático en los Recursos subterráneo y superficial” proyectos elaborados por el Dr. Salvador Isidro Belmonte.

Por otra parte el Instituto Tecnológico de Oaxaca (ITO), a través de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI), ha llevado a cabo investigaciones sobre desarrollo sustentable en varias regiones de México. Al consultar estas investigaciones de posgrado (ITO, 2012) pueden identificarse 16 trabajos de doctorado y 20 de maestría que contienen la variable Desarrollo Sustentable, algún tema afín.

A pesar de que los efectos de las ciudades y el impacto del CC están convergiendo en peligrosas direcciones que suponen una seria amenaza para la estabilidad medioambiental, económica, política y social del mundo, se carece de una investigación local al respecto. Por ello, el presente estudio pretende abordar y contribuir al estudio en la relación Cambio Climático y Recursos Hídricos como

factor limitante para el Desarrollo Sustentable de comunidades rurales, en el caso específico de la población de Cuilapam de Guerrero, Oaxaca.

1.2 El cambio climático como problema en el desarrollo regional

En la actualidad, la humanidad enfrenta cuatro crisis severas las cuales podrían determinar si no el fin del mundo, por lo menos el fin de una era o agotamiento de un modelo civilizatorio (Bartra, 2008).

Estas crisis a las que Bartra hace referencia son: la crisis ambiental, la crisis energética, la financiera y la alimentaria, todas y cada una de ellas ya están causando graves estragos en la humanidad lo cual es preocupante y alarmante.

Dentro del tema ambiental es importante prestarle especial atención a la problemática surgida por el fenómeno del cambio climático, ubicándolo como el principal problema que está amenazando la seguridad humana, llegando a convertir en el problema más importante a corto, mediano y largo plazo que existe en nuestro planeta y amenaza a generaciones futuras, como consecuencia de mantener un desarrollo no sostenible. Trasciende la barrera medioambiental para convertirse en un grave problema social y político, con impactos negativos en los sistemas naturales y socioeconómicos, que pueden tener efectos dramáticos sobre la vida individual y la seguridad global.

El cambio climático es un fenómeno que hará sentir sus efectos gradualmente sobre: la salud, el agua, la agricultura y la biodiversidad, así como también generara problemas sociales y políticos (Gentile, 2007).

En relación al continente Americano, se estima que cerca de 600 millones de habitantes de América Latina y el Caribe experimentan ya de manera dramática los efectos del cambio climático, con sequías e inundaciones, derretimiento de glaciares, aumentos de temperaturas, nuevas plagas agrícolas y enfermedades entre otros males (Velasco, 2012).

En cuanto al agua, como sabemos, es el elemento esencial para la vida, ningún recurso se considera más integral para la salud, el bienestar y la prosperidad de las comunidades humanas que el agua. Más sin embargo será a través de este recurso que los principales efectos del cambio climático en los humanos y medio ambiente se manifiesten. Esta situación es reconocida en el Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático, elaborado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y la UNESCO, donde afirman que:

“Será en el sector hídrico en el que se generen los mayores y más graves impactos, ya sea por un exceso de líquido o por su notoria escasez.....”

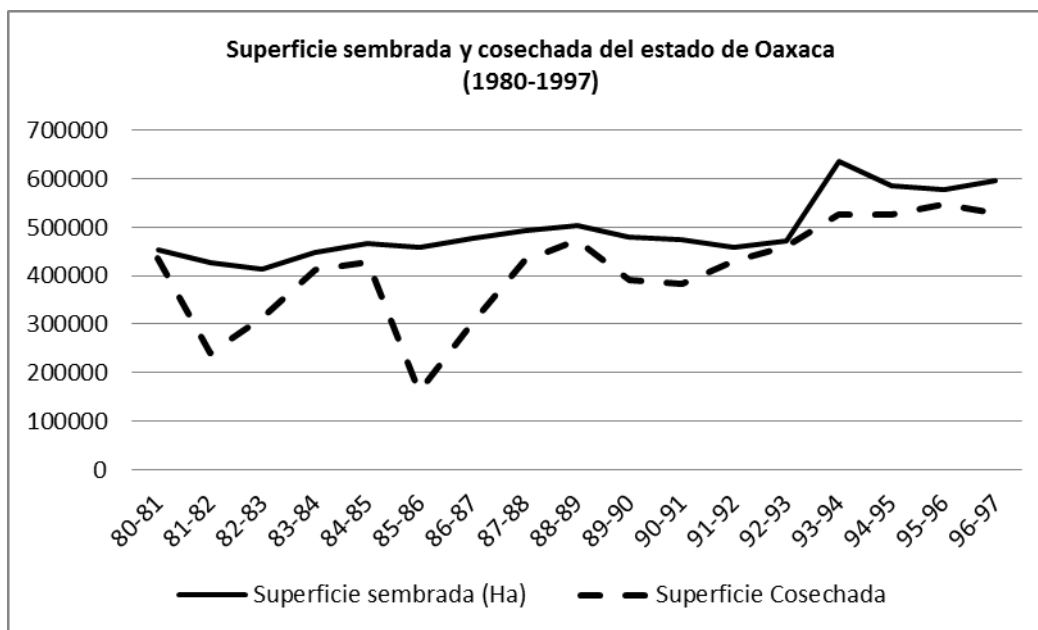
Esto se debe a que el ciclo hidrológico está estrechamente ligado a las temperaturas atmosféricas y al balance radioactivo.

El IPCC en su VI documento técnico titulado “El cambio climático y el agua” (2008); realizó un resumen de los cambios observados en relación al agua, donde se expone que la precipitación aumentó en regiones ubicadas en las latitudes altas en el hemisferio norte y que la precipitación disminuyó en regiones ubicadas entre los paralelos 30° N y 10° S. Por otro lado, las proyecciones de precipitación para el siglo XXI por los modelos de cambio climático son consistentes con el aumento de precipitación en las zonas de alta latitud norte y la disminución de precipitaciones en las zonas tropicales y subtropicales del planeta, México está ubicado precisamente en la región tropical y subtropical del hemisferio norte, y por lo tanto se esperara disminución en la precipitaciones. Con respecto al escurrimiento y la disponibilidad del agua se menciona que a mediados del siglo XXI los modelos de CC proyectan que estos aumentarían como resultado de dicho fenómeno, en esas mismas latitudes altas del hemisferio norte y en algunas regiones tropicales húmedas, pero a la vez esos mismos parámetros disminuirán en regiones secas ubicadas en latitudes medias y zonas tropicales secas, ante esto buena parte del territorio Mexicano queda comprendido en esas regiones secas, y por lo tanto se espera una disminución del escurrimiento medio anual y de la disponibilidad del agua. Por lo tanto, es claro que México presenta una importante vulnerabilidad al CC.

Esto es de suma importancia ya que el sector hídrico es el medio por el cual el CC podría llegar a afectar la seguridad alimentaria, la salud, la generación energética, la planificación del desarrollo y la protección de los ecosistemas y la biodiversidad. Aunado a esto tenemos que, las variaciones meteorológicas extremas afectan la agricultura y la productividad de algunos cultivos, lo cual exponen al hambre un número creciente de habitantes de las zonas afectadas.

La FAO (2011), confirma esta situación en su informe titulado “Cambio climático, agua y seguridad alimentaria” en el cual expone que el CC tendrá graves consecuencias con respecto a la disponibilidad de agua para producir alimentos y en la productividad de los cultivos de las próximas décadas. Esto es debido a que la productividad de los sistemas agrícolas, forestales y piscícolas dependen principalmente de la distribución temporal y espacial de la precipitación y de la evaporización, así como de la disponibilidad de recursos de agua dulce para el riego, especialmente de cultivos. El IPCC estima que más del 80% de las tierras agrícolas del mundo dependen de la lluvia, en dichas regiones la productividad de los cultivos dependen únicamente de una precipitación suficiente para satisfacer la demanda evaporativa y la consiguiente distribución de humedad del suelo. Estudios realizados en México prevén que aquí se podrían experimentar pérdidas de productividad de entre 30 y 85 % de todos los cultivos (Velasco, 2012).

Gráfica 1.- Comparación entre la superficie sembrada y cosechada del estado de Oaxaca.



Fuente: Bautista, 1999.

Aunque la FAO lo prevé a futuro esta situación ya se ha manifestado, por ejemplo en la década de los 80 y 90's en el estado de Oaxaca se observó el deterioro de la producción del maíz con el incremento de diferencias entre las superficies sembradas y las superficies cosechadas. La superficie sembrada, la producción y los rendimientos promedio disminuyeron hasta 1889. En la gráfica número 1 se puede observar esta gran diferencia:

La diferencia entre la superficie sembrada y cosechada se explican por la presencia de heladas, sequias, fuertes vientos o exceso de lluvias, donde los siniestros alcanzaron hasta un 30 % de la superficie cultivada (Bautista, 1999).

Por lo expuesto anteriormente, se ha deducido que las mayores afectaciones y pérdidas se dará en los países en desarrollo, y que la adaptación al CC en ellos es un proceso fundamental, ya que cuyas economías dependen en gran parte de sectores vulnerables al clima (CINU, 2013). Como es el caso de México, y en caso en particular el estado de Oaxaca, donde una parte importante de sus poblaciones son de tipo rural y en muchos casos, la mayoría de las personas que las habitan dependen únicamente de la agricultura, y otras, que aunque no dependen de ella al 100 %, la practican y producen lo necesario para su consumo. Además a ello se

le suma la falta de recursos y capacidad para diseñar estrategias de adaptabilidad que presentan los pequeños productores situación que aumenta su vulnerabilidad y los posibles impactos del CC.

Otro de los problemas importantes que genera el CC en cuestión del agua es la disponibilidad y calidad de esta. Este problema cobra importancia al considerarla como un elemento clave del desarrollo regional sustentable, indispensable en sus aspectos sociales, económicos y ambientales. El agua es vida, esencial para la salud humana. El agua es un bien social y económico que debe distribuirse en primer lugar para satisfacer necesidades humanas básicas: el acceso al agua potable y al saneamiento constituye un derecho humano. No hay nada que pueda sustituir el agua: sin ella perecen los seres humanos y los organismos vivos, los agricultores no pueden cultivar los alimentos, las empresas no pueden funcionar. La seguridad del abastecimiento de agua es un aspecto clave de la reducción de la pobreza (Miguel, 2013).

Durante el paso de los años la distribución per cápita del agua ha disminuido considerablemente de pasar de 17,742 m³ por habitante en los años 50's a 4850 m³ por habitante en el 2010, y se ha calculado que en el 2030 la disponibilidad de este valioso líquido será alrededor de 3815 m³ por persona (Gráfica 2); según datos del INEGI.

Gráfica 2.- Comportamiento de la disponibilidad per cápita del agua nacional: 1950-2030



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA, disponibles en <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo12.html>,
<http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo13.html>

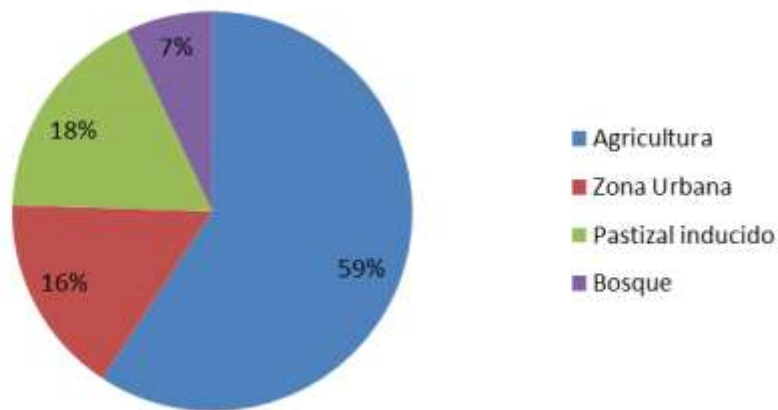
Además del CC, la disponibilidad media de agua per cápita a nivel nacional disminuye debido a otros factores como el aumento de la población, los cambios de uso del suelo, la contaminación del agua, la urbanización en zonas de recarga etc., hacen que se agudice el problema.

El campo de estudio se centrará en el municipio de Cuilapam de Guerrero una localidad catalogada como no urbana de acuerdo a la clasificación de los municipios según el tipo de urbanización 2000 de la CONAPO, con una población rural de casi un 30 % de total de su población.

En dicho municipio la agricultura representa una actividad predominante y con la cual gran parte de la población se sustenta. El uso del suelo se clasifica de la siguiente manera (Gráfica 3), donde el uso para la actividad agrícola es dominante.

La extensión total de la comunidad es de 49.965 km² de los cuales la superficie total utilizada para la siembra es de 2682 Ha, donde 2482 Ha. son de siembra temporal y solo 200 Ha. son terrenos de riego. Lo que demuestra que existe una vulnerabilidad de esta población en cuanto al agua y que una variación en las precipitaciones y en la disponibilidad del agua podrían impactar directamente en el desarrollo de la comunidad.

Gráfica 3.- Usos del suelo en Cuilapam de Guerrero.



Fuente: Elaboración propia con datos del Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Cuilapam de Guerrero, Oaxaca. Clave geoestadística 20023, 2005.

Es por que en este estudio se tratará de definir la relación del cambio climático en cuanto a la disposición de este vital líquido y se determinará cómo y en qué grado afecta este fenómeno en la población, evaluando los efectos tiene sobre el bienestar de la Población. Además, también se pretende conocer el nivel de desarrollo sustentable alcanzado por la comunidad y sus localidades, y realizar un análisis de la evolución de su IDH.

Es necesario darle importancia al medio rural ya que este ha sido el principal ambiente de vida del ser humano, pero con la migración, la urbanización, la globalización entre otras causas este medio se ha venido abandonando y perdiendo el grado de importancia. El abandono del medio rural trae consigo problemas ambientales, pero también de origen antrópico, por ello es necesario conservar un mundo rural vivo y en buenas condiciones ya que cumple con varios papeles importantes respecto a la sociedad, en sí mismo el medio rural es sinónimo de calidad de vida, por cuanto reúne en perfecto equilibrio las tres columnas constituyentes de lo que se ha venido a llamar “desarrollo sostenible”: economía, sociedad y medio ambiente. Las actividades rurales constituyen un pilar

económico que sirve además para estructura una región al tiempo que contribuyen con el cuidado y administración del territorio (Burgui, 2008)

Bueno y ante todo lo explicado anteriormente nos hacemos la siguiente cuestión ¿Por qué se considera al CC como un problema para la ciencia regional? Si buscamos la definición de que es un problema para la ciencia regional nos encontraremos con la siguiente:

“Un problema regional es cuando cuantitativamente afecta a la mayoría de los elementos de una región y/o cualitativamente pone a prueba la vulnerabilidad de las estructuras y elementos de la región afectando su bienestar (Miguel, 2013)”.

El CC posee impacto en los recursos naturales y en el bienestar social. Es un factor que representa un problema porque pone en entredicho el desarrollo sustentable de las regiones de México y del planeta, y que en el futuro de manera particular afectará el recurso natural agua lo cual repercute directamente en el bienestar social (Miguel, 2008).

Así es como, abordando el objetivo primordial de la Ciencia Regional, el cual es lograr el bienestar de la regiones y de las personas que habitan en ellas, así como mejorar su calidad de vida, es estrictamente necesario hacer uso de los conocimientos que nos brinda esta ciencia, no solo para el estudio de grandes regiones, sino también para el estudio del desarrollo local y aportar más información que puedan detallar y/o complementar los estudios regionales, todo esto mediante la aplicación del método científico, con el cual se busca crear diversas metas como la de proponer sugerencias para enfrentar el caos y los conflictos regionales derivados de los cambios ambientales, económicos y socioculturales; entre los cuales destacan hoy en día los impactos por el cambio climático (Miguel, 2013).

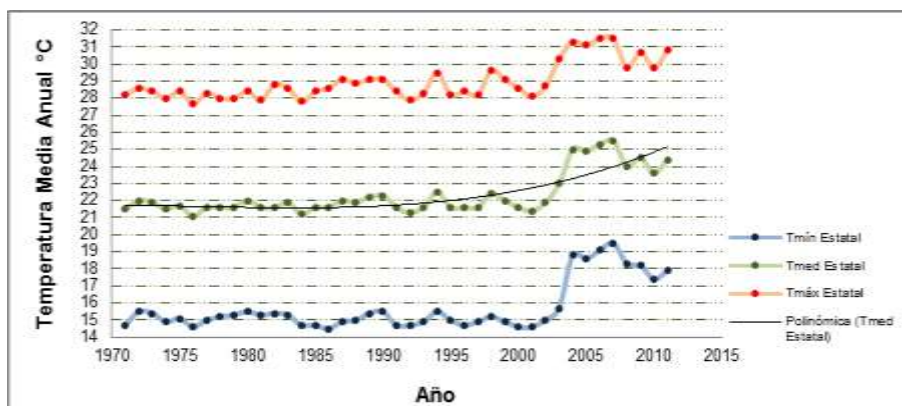
1.2.2 Evidencias del cambio climático

Hoy en día a partir de una serie de problemas derivados del clima han puesto en evidencia que el CC es un problema real. Estos efectos han tenido impactos negativos en los ecosistemas naturales y de igual manera están pegando en los sistemas económicos, los cuales a su vez repercuten en el desarrollo de las personas. Como podemos observar es un fenómeno que genera un efecto en cadena que llega a repercutir en todos los sistemas que determinan el desarrollo de la humanidad.

Una de las principales evidencias de este CC es la variabilidad del clima durante las últimas décadas, en el caso de México, y concretamente para el Estado de Oaxaca en el Sur de este país, se estima que la temperatura media anual estatal por década ha sido de 21.6° C, 21.76° C, 21.85° C y 23.71° C, para los años 70, 80, 90 y 2000 respectivamente; identificándose de los años 70 hasta el año 2000 un incremento de 2° C; y según los registros de los últimos años este aumento de temperatura tiende a continuar (Miguel, 2008).

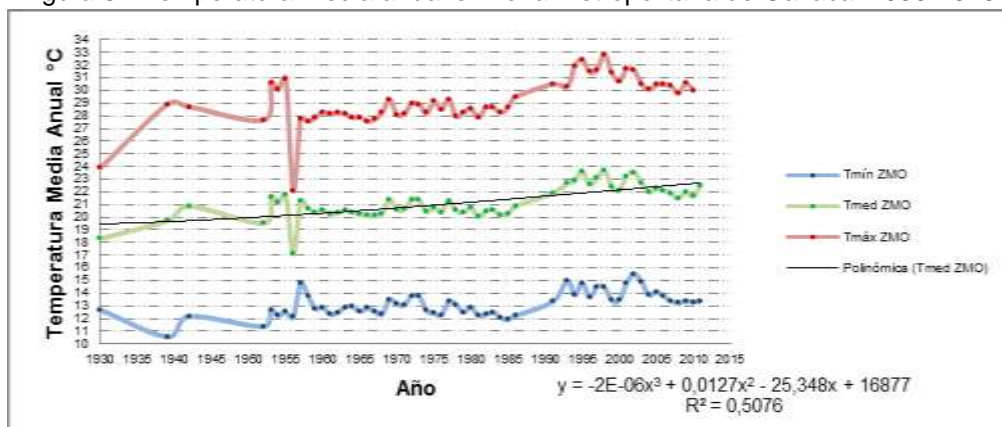
Al valorar el incremento de la temperatura en el estado de Oaxaca se ha construido un análisis de la temperatura (Figura No. 2), con 41 registros de temperaturas promedio anuales, apreciándose de los años 70 a los 90 un incremento gradual de la temperatura, no así a partir del años 90 donde puede observarse mayor incremento y variación térmica; además, según los registros de los últimos años este aumento de temperatura continuará. Los promedios de temperatura mínima y máxima resultan de 15.71 °C y 31.50 °C para este periodo. A fin de realizar una comparación significativa de la dispersión térmica estatal se calcularon los coeficientes de variación (CV) resultando los valores siguientes: 9.16%, 5.53% y 3.75%, para la temperatura mínima, media y máxima respectivamente (López, 2013); por tanto, existe mayor variación relativa para temperaturas mínimas (9.16%) y una menor variación relativa para temperaturas máximas (3.75%).

Figura 2.- Temperatura media anual en el estado de Oaxaca: 1971-2011.



Fuente: López, 2013.

Figura 3.- Temperatura media anual en zona metropolitana de Oaxaca: 1930-2010.



Fuente: López, 2013.

En el caso de la ZMO, el comportamiento de la temperatura anual a lo largo del periodo de 1930 a 2010, se representa con 57 registros térmicos. La temperatura mínima promedio tiene un valor de 13.13 °C, la media promedio resultó de 21.17 °C y la máxima promedio de 29.16 °C. La temperatura anual mínima se registró de 10.56 °C en 1939 y la máxima temperatura de 32.87 °C se midió en el año de 1998. (López, 2013)

Para realizar una comparación significativa de la dispersión térmica en la ZMO se calcularon en este periodo los coeficientes de variación (CV) teniendo los valores siguientes: 7.28%, 5.92% y 6.33%, para la temperatura mínima, media y máxima respectivamente; por tanto, existe en la zona mayor variación relativa para temperaturas extremas que para temperaturas medias.

A manera de relacionar los registros de temperatura se determina a través del “método de mínimos cuadrados” una ecuación de tercer grado de mejor ajuste y en donde el tiempo se identifica con X (año) y la variable temperatura media anual la representa el símbolo Y (°C), con ello se calcula que la temperatura aumentará en los próximos años teniendo un aumento de 2°C en 2080. Entonces: si la temperatura aumenta, aumentará el consumo de energía en la ZMO.

El análisis térmico por década de la ZMO puede apreciarse en la tabla No. 2, la década con mayor y menor temperatura es la de los años 90 y 30 respectivamente. El mes que ha sido más caluroso es abril y el más frío enero. Considerando como mínimo 30 años para analizar el CC local, se identifica un aumento de temperatura en la ZMO de 1.73 °C respecto a la década de los años 70.

Tabla 2.- Temperaturas Mensuales Medias en la ZMO: 1930-2011.

Década	Temperatura Mensual (°C)												Media (°C)	Desviación Estándar (°C)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
Años 30 ^{as}	17.05	16.58	18.36	19.63	21.39	19.79	19.42	19.50	21.35	20.26	17.20	17.06	18.96	1.69
Años 40 ^{as}	16.80	20.63	21.32	23.50	23.86	22.45	21.06	21.35	20.68	19.65	18.28	15.73	20.44	2.49
Años 50 ^{as}	17.86	19.78	21.94	23.35	23.57	22.04	21.75	21.26	20.89	19.72	18.92	17.18	20.69	2.03
Años 60 ^{as}	17.85	19.15	21.31	22.67	23.04	22.03	20.79	20.88	20.76	20.06	18.67	18.02	20.44	1.73
Años 70 ^{as}	17.37	18.66	22.03	23.73	24.11	22.43	21.64	21.36	21.23	20.44	18.86	17.47	20.78	2.26
Años 80 ^{as}	18.84	21.15	23.01	23.31	22.12	20.94	21.03	20.64	20.37	18.74	17.63	20.45	20.69	1.69
Años 90 ^{as}	21.25	23.86	25.73	25.86	24.56	23.13	23.21	22.78	22.03	20.82	19.75	22.79	22.98	1.87
Años 2000	21.15	23.24	25.09	24.77	23.47	22.80	22.84	22.54	21.92	20.37	19.65	22.27	22.51	1.61
Media (°C)	18.52	20.38	22.35	23.35	23.27	21.95	21.47	21.29	21.15	20.01	18.62	18.87		
Desviación Estándar (°C)	1.77	2.40	2.32	1.81	1.05	1.09	1.20	1.04	0.59	0.64	0.90	2.62		

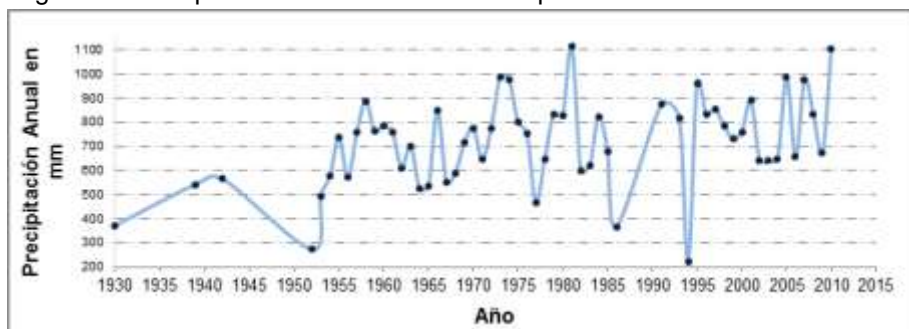
Fuente: López, 2013.

Estos datos también son aplicables a la comunidad de Cuilapam de Guerrero debido a su cercana ubicación de la ZMO.

En cuanto al comportamiento histórico de la precipitación anual en la ZMO durante el periodo 1930–2010 puede apreciarse en la Figura; donde, para las 57 precipitaciones anuales registradas en este periodo, se obtuvo una precipitación anual promedio de 715.78 mm correspondiendo según el INEGI a un clima semicálido subhúmedo. También, se identifica la precipitación mínima registrada de 222.00 mm en 1994 y la máxima precipitación anual registrada se tiene para 1981 siendo de 1118.20 mm; entonces, las precipitaciones extremas para este

periodo se tienen en las últimas décadas. En cuanto a la variación de precipitaciones en este periodo se obtuvo una varianza de 34,875.58 u^2 , una desviación estándar de 186.75 mm y un coeficiente de variación de 3.83 %; esto indica que en promedio la precipitación presenta menor variabilidad que la temperatura.

Figura 4.- Precipitación anual en zona metropolitana de Oaxaca: 1930-2010.



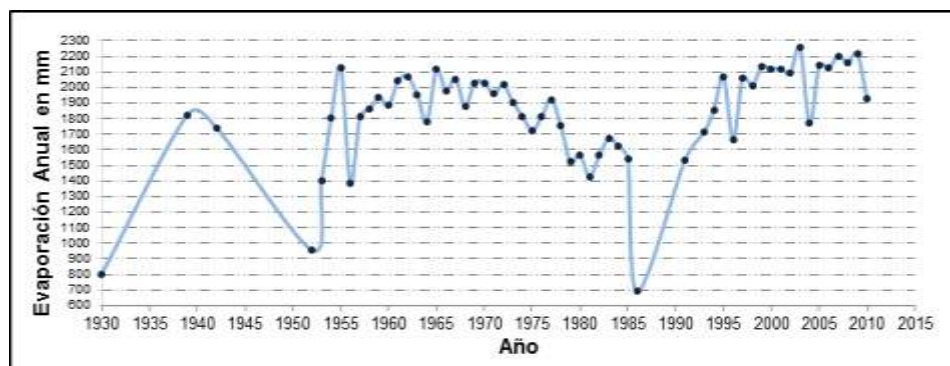
Fuente: López, 2013.

Otra variable climatológica; la evaporización anual, según la base de datos del CONAGUA (2012) se construye la Figura No. 5 para el periodo 1930–2010, donde la evaporización media es de 1,827.61 mm, el valor mínimo de 690.07 mm, registro del año de 1986 y la máxima evaporación anual de 2,254.27 mm se midió para el año 2003.

Como medidas de dispersión se obtiene una varianza de 106,668.78 u^2 , desviación estándar de 326.63 mm y un coeficiente de variación del 5.60 %, valor que se ubica arriba de la variación en precipitación y por debajo de la variación térmica en la zona. En la última década se observa mayor evaporización anual.

Con los resultados de la climatología histórica de la ZMO, también se identifica que en valores absolutos que existe cada año mayor cantidad de evaporización que precipitaciones.

Figura 5.- Evaporización anual en zona metropolitana Oaxaca: 1930-2010.



Fuente: López, 2013.

Haciendo referencia al agua, se menciona que el Estado de Oaxaca, donde se ubica Cuilapam, se encontrará con presión media (20-40%) del recurso hídrico para 2025 (INE 2000); lo cual indica que podría presentarse escasez o déficit de aguas superficiales para satisfacer crecientes demandas de distintos distritos de riego, situación que ya se está presentando en la población de estudio.

Así mismo otro de los factores que influirán en la disposición del agua será la deforestación, en Oaxaca esta actividad ha disminuido la captura de agua, lo mismo que la creciente demanda de agua de las ciudades. En años recientes, la agricultura de riego por bombeo de agua ha incrementado, disminuyendo los mantos freáticos. En el futuro la competencia por el agua se incrementará si no se regulan los usos del líquido (Liverman, 1995). Los climas secos cálidos y semicálidos incrementaran su superficie cubriendo áreas como el centro del estado (Villers & Trejo, 1995). En el sector salud (INE, 2006) se menciona que los efectos del incremento de temperatura tienen relación con el número de casos de dengue y afectará principalmente las localidades rurales de difícil acceso.

En relación a la población de Cuilapam de Guerrero se muestra en la siguiente tabla (3) las principales consecuencias de las variaciones anteriores de forma general.

Tabla 3.- Evidencia de los efectos del cambio climático en el municipio de Cuilapam de Guerrero.

Aspectos	Condiciones pasadas	Condiciones actuales
----------	---------------------	----------------------

RIOS 3 Ríos: Valiente, Cantarrana y Seco. Principal: Río valiente.	El principal no presentaba sequia durante todo el año, los demás contaban con agua (poca) la mayor parte del año.	El río principal presenta sequia parcial o total en los meses de Diciembre a Abril, afectando a los agricultores con terrenos de riego. Así mismo afecta a los pozos de agua potable que sustentan a la población.
ARROYOS 5 Arroyos: Seco, Arroyo del arco, Arroyo del muro, Arroyo del rancho, Arroyo de San Juan	La mayoría de estos arroyos contenían agua la mayor parte del año, en especial el arroyo del Arco.	Actualmente solo el arroyo del arco presentan agua de manera constante durante el periodo de lluvias, después de este el agua se escasea.
PRECIPITACIONES Periodo de lluvias	El periodo de lluvias observado era a partir, más o menos en promedio, del mes de abril a mes septiembre.	Este periodo se ha recortado a un periodo de Junio – Septiembre.
Cerramientos de agua.	Los cerramientos de agua se daban por periodos que abarcaban incluso meses completos.	El cerramiento de agua observado este año fue de 2 a cuatro días.
SERVICIO DE AGUA POTABLE Sistema de agua potable	El servicio del agua brindado era prácticamente todos los días, en la tarde y en la mañana.	Ahora la el servicio de agua se da cada tres o cuatro días ya sea en la tarde o en la mañana.
	La producción era mayor a la actual, los terrenos de riego estaban sembrados todo el año, el agua disponible para riego era suficiente para todos los regadores, el tiempo de irrigación era corto.	La producción ha ido disminuyendo, la capacidad de producción de los terrenos se ha disminuido, el agua disponible para el riego no es suficiente, siembras en terrenos de riego se han perdido por la escasez del agua. Para regar se necesita esperar el turno del agua de dos a tres días, la demanda del líquido se ha hecho mayor, y es insuficiente lo que causa conflictos entre campesinos. El sistema de riego por bombeo ha crecido, incrementando la explotación de agua subterránea.

Fuente: L. Avendaño, entrevista personal, 18 de octubre del 2013.

Por lo expuesto anteriormente son evidentes los efectos del cambio climático, por ello este estudio se enfocó a analizar el efecto del CC en la disposición del recurso del agua y en el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero, con la finalidad de dilucidar su impacto en el bienestar de las localidades que conforman dicho municipio, para lo cual se plantearon las siguientes cuestiones:

- *¿Cómo afecta el Cambio Climático a la disposición del recurso agua, en la población de Cuilapam de Guerrero?*
- *¿Cómo el Cambio Climático y sus efectos en los recursos hídricos dificultan el proceso de desarrollo sustentable en la población de Cuilapam de Guerrero?*
- *¿Cómo se ha comportado el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero? ¿Ha aumentado? ¿Ha disminuido?*

- *¿Qué propuestas se podrían formular para ayudar a contrarrestar los efectos del cambio climático en la población de estudio, y lograr así un desarrollo más sustentable?*

1.3 Justificación metodológica del análisis del cambio climático en la comunidad originaria de estudio

La investigación científica es una de las herramientas más importantes con las que cuenta la humanidad para su desarrollo, es un proceso de búsqueda intencional y sistematizada la cual tiene por objetivo obtener conocimientos que expliquen la realidad o resuelvan algunos problemas de la misma. Busca con ello aumentar el conocimiento sobre ciertos fenómenos o poner a punto aplicaciones tecnológicas en cualquier campo de la ciencia. En cuanto a la ciencia regional es utilizada como uno de los medios para buscar las bases del bienestar de las regiones.

Por ello este estudio aporta elementos teóricos, metodológicos y prácticos para analizar la problemática de la relación del CC y la disponibilidad de agua de la comunidad de Cuilapam de Guerrero, los cuales se describen a continuación.

Justificación teórica:

El CC es un fenómeno que pone en riesgo a las generaciones actuales y futuras. Las investigaciones realizadas hasta ahora dan a conocer los probables impactos a grandes rasgos pero son escasos los estudios que se han desarrollado a nivel local, esto para determinar con mayor precisión los efectos previsibles de este fenómeno.

Por ello este trabajo de investigación es un estudio formal que permite analizar el impacto del CC en los recursos hídricos de una comunidad específica, en este caso la comunidad Cuilapam de Guerrero, y los efectos que tiene sobre el desarrollo sustentable de dicha población, debido a la importancia de este tipo de estudios y al número reducido de investigaciones locales.

Justificación metodológica:

Teniendo como base la investigación científica y la ciencia regional, se deben crear instrumentos y redes regionales de indicadores del desarrollo sustentable que contribuyan a establecer criterios de largo plazo en los procesos de toma de decisiones y en la formulación de instrumentos de políticas sociales, económicas y ambientales (Martínez, 2002). Por otra parte, es de suma importancia la construcción de esquemas metodológicos para los estudios regionales que nos den explicación coherente para elucidar las relaciones entre sistemas culturales, cambios económicos y procesos ecológicos (Halperin 1989; Hilhorst 1990). Por ejemplo, en el desarrollo de metodologías que cuantifiquen y evalúen la sustentabilidad a través de consideraciones teórico-conceptuales, experimentación y representación de modelos, y que más adelante apoyen el diseño de políticas públicas en este campo de conocimiento (Miguel, 2012).

En este proyecto se busca generar una metodología que sirva para el diagnóstico y análisis de los efectos climáticos y su impacto en los recursos hídricos que pueda aplicarse a comunidades rurales la cual fomente el uso racional del agua y el desarrollo sustentable.

Justificación social:

El buen uso de los recursos naturales es elemental en el crecimiento de cualquier sociedad ya que una buena gestión de ellos coadyuvará a un proceso de desarrollo sustentable el cual asegurará que estos estarán presentes para cubrir nuestras necesidades y la de nuestros hijos.

Por ello este proyecto busca crear conciencia acerca del buen uso de los recursos naturales, en especial del agua, tanto en los agricultores como en la ciudadanía y que entiendan la importancia de este vital líquido y sus complicaciones que genera un mal uso de ella.

Justificación práctica:

Algunas de las opciones viables de adaptación al cambio climático, requerirán de la aplicación de estrategias de manejo integral de recursos hídricos que incluyan los sistemas socioeconómicos, ambientales y administrativos de las regiones en donde se proponga aplicar dichas medidas de adaptación

Por lo expuesto anteriormente la presente investigación aportará propuestas para el desarrollo de planes de desarrollo sustentable y para el manejo y uso racional del agua, la implantación de acciones políticas enfocadas a resolver la problemática derivada de la relación del CC y la disponibilidad del recurso hídrico de Cuilapam.

1.4 Delimitación metodológica del estudio

El presente estudio tuvo una duración de 2 años, en la cual se realizó un análisis del impacto que tiene el CC en el desarrollo sustentable de la zona estudiada. Se realizó a nivel local el cual se centró básicamente en el municipio Cuilapam de Guerrero. En esta investigación el espacio a estudiar se definió como una región homogénea- geográfica. El concepto de región homogénea es utilizado para emprender un trabajo de análisis social, sirve para elaborar un primer plano el rasgo distintivo o predominante de un territorio que se desea investigar puede ser clima, la orografía, su agricultura, los rasgos económicos, políticos, étnicos, etc.

1.4.1 Temporalidad y área de análisis

Para realizar este estudio se analizó un periodo de 10 años, a partir del año 2000 al año 2010, se determinó así debido a la disponibilidad de la información.

Tiene, como ya se mencionó anteriormente, como ubicación espacial al Municipio de Cuilapam de Guerrero el cual pertenece al estado de Oaxaca (ver mapa 1 y 2). El estado de Oaxaca se compone de 570 municipios de los cuales 418 se rigen por el sistema de usos y costumbres y 152 que se rigen por el sistema de partidos políticos. El estado está dividido por 8 regiones: Istmo, Valles Centrales, Sierra Sur, Sierra norte, la Cañada, la Mixteca, la Costa y la Cuenca del Papaloapan,

estas regiones a su vez están compuestas por distritos los cuales son 30 en total. La población de Cuilapam se identifica con el número 023 dentro del catálogo de los municipios del estado, y pertenece al distrito número 19 Centro de la región de los Valles Centrales.

1.4.1.1 Objetivos e hipótesis del estudio

Objetivo General: Analizar los efectos del cambio climático en los recursos hídricos y su impacto en el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero durante el periodo 2000-2010.

Objetivos Específicos:

- Analizar los efectos de las variaciones de los recursos hídricos en el desarrollo sustentable y desarrollo humano de la comunidad.
- Comparar el grado de desarrollo sustentable durante el periodo establecido del estudio.
- Formular propuestas para la elaboración de planes de desarrollo y para el manejo y uso racional del agua.

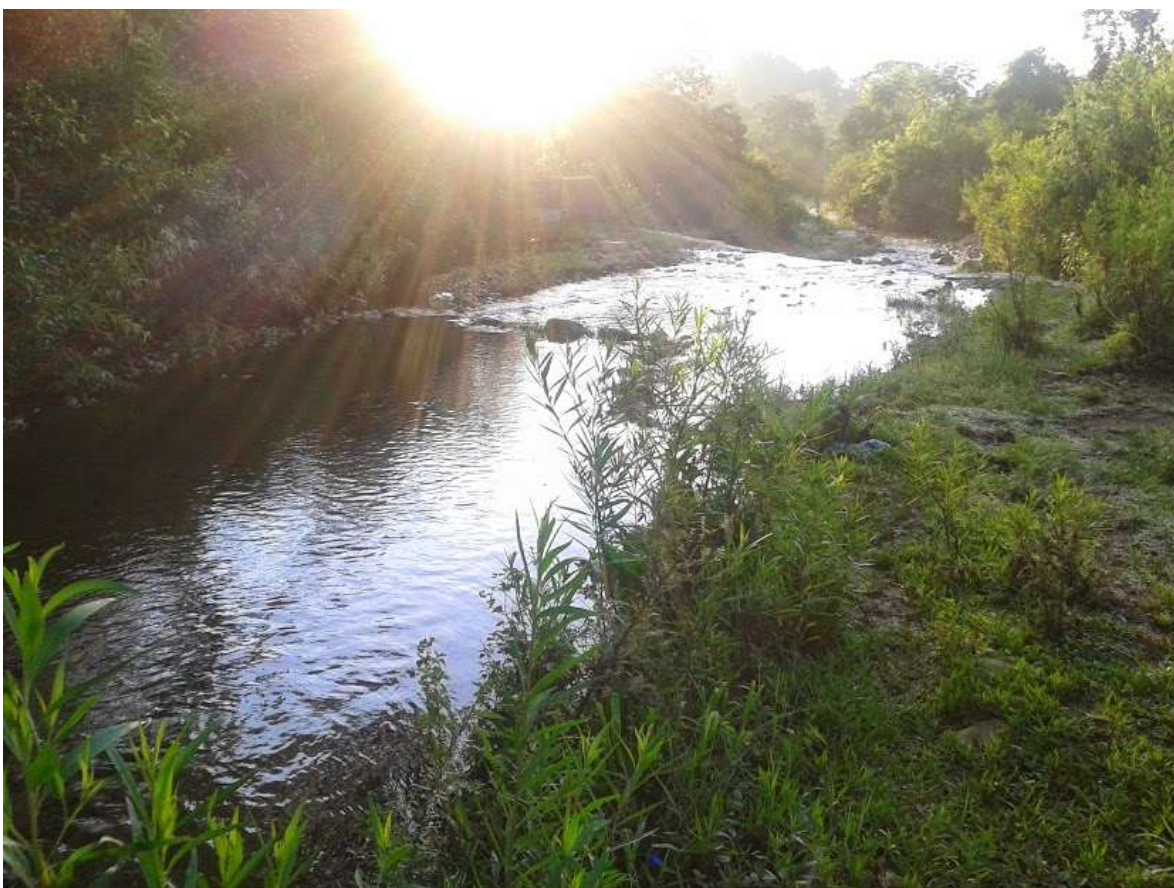
Hipótesis:

H₁: El Cambio Climático impacta negativamente el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero, es decir, a mayor aumento del cambio climático menor nivel de desarrollo sustentable.

H₂: El Cambio Climático impacta negativamente de manera significativa las actividades económicas, concretamente, la agricultura, de la comunidad de Cuilapam de Guerrero, a través de la reducción de los Recursos Hídricos.

H₃: El impacto negativo del cambio climático lo percibe de igual manera la población de la zona urbana que la población dedicada a la agricultura.

H4: Existe en la comunidad un crecimiento de población, y por lo tanto de la mancha urbana, alto; tendencia que ayuda a comprender la presión de los recursos hídricos en la comunidad.



II.- EL ANÁLISIS TEÓRICO-METODOLÓGICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

2.1 Las teorías del desarrollo relacionadas con el Cambio Climático

2.1.1 Antecedentes

El concepto de desarrollo es un término que no se puede definir a una sola variable, es un concepto multidimensional y muy amplio.

Para Esteva (1996), el concepto de desarrollo es heredero de la noción occidental del progreso surgido en la Grecia clásica y consolidada en Europa durante el periodo de la ilustración bajo el supuesto que la razón permitiría descubrir las leyes generales que organizan y regulan el orden social y así poder transformarlo en beneficio de la gente.

Ahora bien, el concepto desarrollo fue antecedido por otros términos además de progreso, como civilización, evolución, riqueza y crecimiento. Así, para Adam y luego para John Stuart Mill, ambos economistas ingleses, la riqueza era indicadora de prosperidad o decadencia de las naciones.

Sin embargo, hay otras percepciones de este término como la de Hidalgo (1998) el cual expone que desde sus inicios el término de desarrollo se comenzó a ver desde el punto de vista económico cual surge como subdisciplina científica hasta después de la segunda guerra mundial como la Economía del desarrollo. Más sin embargo el interés por este concepto arranca desde mucho antes y podría fijarse el siglo XVII, como el primer momento en que de una forma generalizada las personas dedicadas a las actividades políticas y económicas comienzan a plantearse el problema de desarrollo y a plantearlo en sus escritos. Por lo tanto se les considera a los mercantilistas como los genuinos pioneros del desarrollo, los primeros en preocuparse de las riquezas de las naciones.

Este concepto adquiere una de legitimidad universal en 1949, cuando el mandatario norteamericano Harry Truman en el discurso de inauguración de su mandato alude a vastas regiones del planeta como mundo subdesarrollado y plantea luchar contra esta situación en el marco del combate al comunismo (Valcárcel, 2006). En este discurso hacía hincapié a adentrarse en un nuevo

programa que hiciera que los beneficios logrados por los distintos tipos de avances sirvieran para la mejora y el crecimiento de las áreas subdesarrolladas, y que mediante la cooperación con otras naciones fomentar la inversión de capital en áreas necesitadas de desarrollo. A partir de aquel momento desarrollo y subdesarrollo comenzaron a ser utilizados regularmente por los organismos internacionales como términos explicativos del acrecentamiento de las distancias y diferencias socio-económicas entre los países ricos del norte y los países pobres del sur, el cual fue tratado como tal por primera vez en un documento público en la primera Declaración Inter- Aliada de 1941 y en la Carta del Atlántico del mismo año (Paz, 1986), luego volvió a reafirmarse en la Conferencia de San Francisco en 1945, que dio origen a la Organización de Naciones Unidas (ONU).

En ciencias sociales el concepto de desarrollo por lo general se le ha empleado como proceso global de transformación de una realidad históricamente determinada. Involucra de manera intencionada el incremento sostenible de las capacidades productivas, el aumento y la mejor distribución de la riqueza, la atención a las necesidades básicas de la población y la ampliación de las opciones y capacidades de las personas para el desenvolvimiento de su vida.

El economista Celso Furtado (1970) expone que la idea de desarrollo posee por lo menos tres dimensiones: a) La del incremento de la eficacia del sistema social de producción; b) La de la satisfacción de necesidades elementales de la población, y c) La de consecución de objetivos a los que aspiran grupos dominantes de una sociedad y que compiten en la utilización de recursos escasos.

Por su parte Gilbert Rist (2002) da un concepto de desarrollo algo llamativo el cual dice: “El desarrollo está constituido por un conjunto de prácticas a veces aparentemente contradictorias, que para asegurar la producción social, obligan a transformar y a destruir, de forma generalizada el medio natural y las relaciones sociales en vistas a una producción creciente de mercancías (bienes y servicios), destinadas a través del intercambio, a la demanda solvente”.

En mi opinión como dice Gilbert el desarrollo es necesario, pero en ocasiones o casi siempre se sacrifican ciertas cosas para poder lograrlo, quizá una de las frecuentes y más importantes sea la naturaleza lo cual provoca un desequilibrio en nuestro planeta y que da lugar a problemas como el CC.

2.1.2 El concepto de desarrollo humano

El paradigma del desarrollo humano apareció en los años ochenta, a partir de la obra profundamente innovadora de Amartya Sen en la cual expresó que el proceso de desarrollo se ve como un proceso de ampliación de las capacidades de las personas y no como un aumento de la utilidad y del bienestar y satisfacción económicos (Cit. Amartya Sen en Ibarra, 2001).

El enfoque del desarrollo humano forma parte del resurgir de la teoría alternativa del desarrollo durante los años noventa, importantes antecedentes de este enfoque se encuentra en la propuesta de la UNICEF “Ajuste con rostro humano” de 1987. En este informe se destaca la necesidad de una estabilización económica y un ajuste estructural, lo destacado de este informe es que maneja que estos ajustes deben de hacerse garantizando la protección de los grupos vulnerables, es decir, que toda la población vea cubiertas sus necesidades básicas de nutrición, salud y educación (Hidalgo, 1998).

Si mencionamos a los organismos oficiales podemos destacar en la década de los noventa el concepto elaborado por el PNUD en su primer informe sobre el desarrollo humano en 1990, en el cual parte de la idea de que hoy en día el desarrollo debe centrarse en la gente y no la gente en el desarrollo, y debe dar protagonismo a las personas y a los grupos en vez de quitárselo. Este organismo lo define como el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso, empleo y abarcando el espectro total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades económicas y políticas (PNUD,1992).

El desarrollo humano es el proceso en el cual el ser biológico se constituye en un ser social y cultural. El desarrollo social es la realización del potencial biológico, traducido en términos de ser social y cultural de la persona. Con esto se está indicando que el ser humano es el principal actor de su desarrollo, en cuyo proceso de comprensión y auto-comprensión se produce una serie permanente de acciones y reacciones con otras personas en la búsqueda del perfeccionamiento de sus potencialidades” (Mar, 1998).

En México, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) retoma este concepto definiendo al desarrollo humano como el proceso continuo de ampliación de las capacidades y de las opciones de la personas para que puedan llevar a cabo el proyecto de vida que, por distintas razones valoran (CONAPO, 2001).

Hidalgo (2008) lo concibe como un concepto integrador de gran parte de los que ha sido el desarrollo alternativo, en él se combinan la satisfacción de las necesidades básicas, el desarrollo sostenible, la reforma del orden internacional, el desarrollo autónomo, el desarrollo multidimensional, etc.

2.1.3 El concepto de desarrollo regional

Los países desarrollados fueron los primeros en ocuparse de los problemas regionales y en ellos se realizó la mayor parte de estudios sobre el tema.

El desarrollo regional es un proceso orientado a la transformación y organización de los espacios y territorios. Como concepto, el desarrollo regional tiene atribuciones que definen un campo de interacción en las dimensiones más importantes del desarrollo, por lo que refiere cambios cualitativos en los planos económico, social, político, ambiental, tecnológico y territorial. En la práctica se asocia a la organización productiva y el progreso técnico; las tareas de gobernabilidad y gestión; la preservación del ambiente y la organización territorial de la sociedad que habita al interior de las mismas. El desarrollo regional

incorpora principios de equidad y participación y se reconoce las vertientes del desarrollo en un sentido integral (Luiz, 2002).

La ONU (2000) concibe al desarrollo regional como el proceso que afecta determinadas partes de un país, las cuales reciben el nombre de regiones..., el desarrollo regional, así entendido, forma parte del desarrollo general de la nación”, y de manera particular el desarrollo regional puede entenderse como “el proceso de cambio sostenido, que tiene como finalidad el progreso permanente de la región, de la comunidad regional como un todo y de cada individuo residente en ella” (Cit. Boisier en Miguel, 2004).

Por su parte Méndez lo ve como un proceso localizado de cambio social sostenido que tiene como finalidad última el progreso permanente de la región, el territorio, la localidad, la comunidad y de cada individuo residente en ella. Además de estar vinculado estrechamente a un proceso de crecimiento económico, el desarrollo regional requiere según él, de las siguientes condiciones (Cit. Méndez en Santiago, 2012):

- a) Un proceso de creciente autonomía para emprender un estilo propio de desarrollo y aplicar políticas autóctonas; para ello es necesario una verdadera descentralización que cuente con la participación política de la población excluyendo en definitiva cualquier forma de autoritarismo.
- b) Capacidad de apropiarse del plus producto para reinvertir en el proceso, lo que permite superar en forma paulatina las estructuras de producción obsoletas y diversificar la base económica. Esto posibilitará un desarrollo sustentable a largo plazo, pues ofrece cimientos más sólidos.
- c) Una actitud permanente de concientización con respecto a la protección ambiental y el uso racional de los recursos naturales, al tiempo que se deberá propiciar el incremento del nivel de vida de la población.
- d) La identificación plena de la población con su región; lo que da sentido de pertenencia e identidad al desarrollo regional; esto se vincula a la historia, psicología, lengua, tradición, y arraigo socio-cultural de la población con esa

región; por lo que deberá predominar un verdadero sentido de pertenencia que desarrolle la cohesión y al final posibilite la motivación.

- e) Se necesita de lo cotidiano y aquí está la unidad como requisito indispensable para ejercer las diferentes actividades del individuo en la sociedad. Lo cotidiano posibilita la comunicación y el diálogo que es lo que permite adentrarse en los problemas de la región.
- f) Producto del significado social de este proceso, es fundamental que el ingreso se reparta ante la población con justicia y equidad; además de garantizar la participación constante de esta en la toma de decisiones.
- g) El protagonismo es requisito indispensable para este proceso, entendido este como el liderazgo de los gestores de desarrollo regional.
- h) La coordinación entre los agentes del desarrollo, constituye una condición necesaria para consolidar el desarrollo de la región.
- i) Por último, no habrá desarrollo en ninguna de sus acepciones incluyendo la regional, si no hay un verdadero sentido de paz, confraternidad y tranquilidad a nivel global.

2.1.4 El concepto de desarrollo local

El desarrollo económico local o desarrollo regional puede definirse como un proceso de crecimiento y cambio estructural que, mediante la utilización del potencial de desarrollo existente en el territorio, conduce a elevar el bienestar de la población de una localidad o región. Si la comunidad local es capaz de liderar el proceso de cambio estructural, nos encontramos ante un proceso desarrollo local endógeno (Vásquez, 2000).

Este desarrollo local es una nueva alternativa para lograr el desarrollo en una región determinada. Este tipo de desarrollo tiene sus inicios en las décadas de los 80's y se desarrolla tanto en su dimensión económica como en su dimensión cultural. El desarrollo local como teoría alternativa del desarrollo reivindica la capacidad de los propios pueblos para decidir, orientar y manejar su propio

desarrollo, esto es, un desarrollo desde abajo (Di Pietro, 2001). El desarrollo local implica la concertación entre los agentes —sectores y fuerzas— que interactúan en un territorio determinado y la participación permanente, creadora y responsable de ciudadanos y ciudadanas en un proyecto común de diversas dimensiones. Estas incluyen la generación de crecimiento económico, equidad, cambio social y cultural, sustentabilidad ecológica, enfoque de género, calidad y equilibrio espacial y territorial. El fin del desarrollo local es elevar la calidad de vida de cada ciudadano y ciudadana que viven en ese territorio, contribuir al desarrollo del país y enfrentar adecuadamente los retos de la globalización y las transformaciones de la economía internacional.

Lo local no se define por divisiones geográficas o administrativas, sino que se constituye a partir de la historia de los grupos humanos que lo habitan, las condiciones geográficas, ambientales, culturales, políticas y económicas específicas de cada territorio. Esta combinación de factores otorga singularidad y significación, generando un sentido de lugar y pertenencia que se ponen en juego al momento de definir lo local (Gallicchio, 2005).

El desarrollo de la naciones confronta la nueva y difícil tarea de comprender el sin número de fenómenos acontecidos, en especial, la globalización, el desarrollo local ha sido la respuesta de las localidades y regiones a este grande desafío, así como la insuficiencia de los modelos tradicionales de desarrollo, a las reformas de estado, y la descentralización, proponiéndose salidas a la movilización del capital, a las dinámicas territoriales, nuevas formas de acumulación, nuevos enfoques de exploración del crecimiento, nuevas fuentes de empleo, valoración de recursos endógenos entre otras (Gillezeau, 2003).

Es fundamental debido a los múltiples cambios que se dan el mundo, que el municipio se organice y planifique sus acciones, no puede dejarse al azar del desarrollo de los pueblos, ya que esto asegura que la comunidad prepare su plan, pueda alcanzar las metas, y lo más importante conozca los recursos disponibles

para la implementación de las acciones a seguir, ello permitirá, sin lugar a dudas, la posibilidad de establecer responsabilidades y el aseguramiento de resultados exitosos. El desarrollo local implica una forma de desarrollo que venga de la comunidad hacia la comunidad, es decir que la comunidad por si misma reflexione, haga un diagnóstico y determine que necesita y como lo puede lograr, estableciendo sus acciones y responsabilidades que los lleve a mejorar sus condiciones y lograr su propio bienestar.

2.1.5 El concepto de Desarrollo sustentable

2.1.5. a Breve historia del surgimiento del desarrollo sustentable

En las primeras teorías sobre el desarrollo, solo se veía a este como un crecimiento en la economía. Por ejemplo, cuando la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se estableció en 1945, sus temas de discusión para lograr la seguridad mundial, descansaban en la paz, los derechos humanos y un desarrollo económico equitativo. No se hacía referencia a la importancia del medio ambiente, ni al bienestar ecológico.

Fue en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano donde por primera vez se analizó las necesidades mundiales en el ámbito del desarrollo y el medio ambiente. Donde se definieron los principios para la conservación y mejora del medio ambiente natural mediante el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Declaración y Plan de Acción de Estocolmo.

El concepto de Desarrollo Sostenible, comenzó a formularse en los años setenta bajo el término de “eco-desarrollo” y fue perfilándose a lo largo de las dos siguientes décadas, tiene sus primeros orígenes en los primeros informes del Club de Roma y en particular en los límites del crecimiento (1972) creado por Meadows.

Después del surgimiento de este concepto surgió el Desarrollo Sustentable y la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las

Naciones Unidas en 1983 fue quien lo definió como el “Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

Este concepto de desarrollo sustentable se hizo mundialmente conocido a partir del informe “Nuestro Futuro Común” o Informe Brundtland, publicado en 1987 con motivo de la preparación para la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, a realizar en Rio de Janeiro, Brasil, en 1992, conocida como Cumbre de la Tierra, en la cual se elaboraron tres documentos de vital importancia. En dicha conferencia se reunieron gobiernos, empresas y sociedades civiles y se obtuvo como resultado que 172 países se comprometieran y firmaran los siguientes acuerdos (Garrido, 2005):

- La Agenda 21: La cual es una agenda de acción mundial para promover el desarrollo sostenible que contienen más de 2500 recomendaciones prácticas.
- La declaración de Rio de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que contiene un conjunto de principios en los que se definían los derechos civiles y las obligaciones de los estados.
- La Declaración de principios relativos a los bosques, las cuales son una serie de directrices para la ordenación más sostenible de estos ecosistemas.

En estos documentos se describieron las políticas clave para alcanzar un desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades de los pobres y reconozca los límites del desarrollo para satisfacer las necesidades mundiales. Considerando las necesidades no solo desde el punto de vista de los intereses económicos, sino también de un sistema mundial armonioso, que incorpore a los seres humanos y los ecosistemas. Además se llegó a un acuerdo para dos convenciones legalmente vinculantes:

- La Convención sobre Diversidad Biológica, para la conservación y uso sostenible de recursos biológicos.

- Convención Marco sobre el Cambio climático, cuyo objetivo era estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera, directamente relacionados con el CC.

La Comisión para el Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas señala, que el desarrollo sustentable tiene como punto central la gente, en el sentido de que su principal objetivo, es el mejoramiento de la calidad de vida del hombre, y está fundamentada en la conservación de la naturaleza para el suministro de recursos y servicios para el mantenimiento de la vida.

El desarrollo sustentable no se centra exclusivamente en las cuestiones ambientales, las políticas de desarrollo sustentable afectan a tres áreas: económica, ambiental y social. En apoyo a esto, varios textos de las Naciones Unidas, incluyendo el Documento Final de la Cumbre Mundial de 2005, se refieren a los tres componentes del desarrollo sustentable, que son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente, como “pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente”.

Diez años más tarde, uno de los resultados de la cumbre mundial de Desarrollo sustentable en Johannesburgo, fue el marco de programas de 10 Años de Consumo y Producción Sustentable para apoyar iniciativas regionales y nacionales. Esto originó un aumento de actividades por el desarrollo sustentable en todas las regiones del mundo. El plan de implementación de Johannesburgo también identificó la necesidad de educar al público a través de la publicidad y otros tipos de comunicación tomando en cuenta los valores culturales locales, regionales y nacionales.

2.1.5.b El desarrollo sustentable

Los debates sobre el desarrollo local y regional han trasladado su atención desde la “cantidad de desarrollo” hacia la preocupación por su calidad. Ello implicó

énfasis en el impacto del desarrollo económico sobre los recursos ambientales y las limitaciones que ello provocaba en el desarrollo, pero se ha evolucionado más hacia una preocupación más relacionada con la calidad de vida (Pike, 2011). Esta es una nueva preocupación por el desarrollo sustentable la cual se ha convertido en dominante pero el concepto y sus implicaciones encuentran importantes contestaciones.

Feldmann y Bierman (2001) ponen especial atención en lo propuesto en la Conferencia de Río de 1992, donde se manifiesta que el desarrollo se debe controlar a través de criterios de sustentabilidad, respetando las exigencias de conservación, ambiental, equidad y de las futuras generaciones, sometiéndose a procesos de participación y negociación social.

De acuerdo a esto la concientización sobre este fenómeno llevó a investigadores de ECODES (termino con que se conoce a la estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica), a trabajar en lo que ellos denominaron una definición integrada del “desarrollo sustentable” concibiendo esta como:

”Un proceso dinámico en el que el manejo de los recursos naturales, la potencialización del ser humano, los mecanismos de concientización y participación ciudadana, el enfoque del desarrollo científico y tecnológico, la formulación de nuevos esquemas legales y administrativos, la orientación de la economía y la opción de principios éticos de responsabilidad ambiental, fortalezcan las opciones para satisfacer las necesidades básicas actuales, sin destruir la base ecológica de la que dependen el desarrollo socio-económico y la calidad de vida futuras (Quesada, 1992)”.

Por lo tanto, el desarrollo sustentable es entendido como una construcción social fundamentada en una base ética que coloca en el centro de las preocupaciones al ser humano. Debe ser visto, por consiguiente, como un proceso amplio de cambios sociales y elevación de las alternativas de selección de oportunidades de

vida, conocimiento y trabajo, de modo a compatibilizar, en el tiempo, el crecimiento económico, la equidad social y la conservación del medio ambiente.

El concepto de desarrollo sustentable consta de cuatro principios legales (Burguete, 2012), 3 que cualquier obra o actividad para ser sustentable debe tenerlos integrados:

- a. La necesidad de preservar los recursos naturales para el beneficio de las generaciones futuras (principio de equidad intergeneracional)
- b. El deseo de explotar los recursos naturales de una forma sostenible, prudente, racional o apropiada (principio de uso sustentable)
- c. El uso equitativo de los recursos naturales (principio de uso equitativo)
- d. La necesidad de asegurar que las consideraciones ambientales sean integradas en los planes económicos y de desarrollo, y que las necesidades del desarrollo sean tomadas en cuenta al aplicar los objetivos ambientales (principio de integración)

Por otra parte el concepto sustentabilidad hace referencia a la interrelación de tres elementos:

1. La sustentabilidad ambiental, que se refiere a la necesidad de que el impacto del proceso de desarrollo no destruya de manera irreversible la capacidad de carga del ecosistema.
2. La sustentabilidad social, cuyos aspectos esenciales son: el fortalecimiento de un estilo de desarrollo que no perpetúe ni profundice la pobreza ni, por tanto, la exclusión social, sino que tenga como uno de sus objetivos centrales la erradicación de aquélla y la justicia social; y la participación social en la toma de decisiones.
3. La sustentabilidad económica, entendida como un crecimiento económico interrelacionado con los dos elementos anteriores.

Es posible así concluir que el concepto de desarrollo sustentable representa un enfoque integral del desarrollo y el medio ambiente, con significantes

consecuencias prácticas entre las que destacan, que las causas de los problemas ambientales sean tomadas en cuenta, antes que sus efectos, permitiéndose la prevención y el tratamiento efectivo de las mismas; de igual forma ha permitido un tratamiento integral de los problemas ambientales, en donde no solamente se toman en consideración los elementos ambientales sino también los que tengan relación con el desarrollo de la sociedad, tales como los económicos, políticos y culturales. Como se menciona en el informe Brundtland: “No se puede asegurar la sostenibilidad física si las políticas de desarrollo no prestan atención a consideraciones tales como cambios en el acceso a los recursos y en la distribución de costos y beneficios”.

2.1.6 Papel de las administraciones locales en el logro del desarrollo sustentable.

Las administraciones locales tienen un papel clave en el proceso hacia un desarrollo sustentable. Se ha demostrado que se han logrado importantes avances sobre la sustentabilidad en el ámbito local, gracias a la buena gestión de los asuntos públicos; a la modificación de las acciones cotidianas de las administraciones locales como la ordenación de sus recursos naturales, el desarrollo urbano, la gestión de los desechos, la promoción de la salud pública, los servicios sociales y las actividades educativas; y finalmente gracias a la asociación entre los grupos principales y otros gobiernos con el fin de lograr el apoyo a las políticas que faciliten la aplicación de las convenciones sobre el CC, la diversidad biológica y la desertificación, así como otras estrategias de la ONU para convertir en realidad el desarrollo sostenible del planeta. Además las administraciones locales pueden contribuir de manera sustancial a las estrategias nacionales de sostenibilidad (Garrido, 2005).

Las administraciones locales deben aprovechar sus ventajas inherentes para convertirse en promotoras y facilitadoras del desarrollo sustentable, deben considerar que es algo más que un movimiento ambiental, y que está asociado, a

la reducción de la pobreza, la equidad, la justicia social y la seguridad. Así mismo, deben tener en cuenta que las prioridades del desarrollo sostenible deben observarse desde el marco de varios importantes procesos: urbanización, la localización, la globalización y la evolución de las instituciones de gobierno, que pueden facilitar o entorpecer el camino hacia un desarrollo sostenible. Todas las esferas del gobierno deben trabajar con los grupos principales para hacer frente a los actuales desafíos en el plano local (Ibíd...).

EL gobierno local puede asegurar una buena gestión de los asuntos públicos y responder a las necesidades de sus comunidades, ejerciendo un efecto positivo acumulativo en las consideraciones ambientales, económicas y sociales a escala mundial, por ello es preciso que las administraciones locales sean componentes esenciales de las estrategias nacionales de desarrollo sostenible. Para asegurar esta gestión y alcanzar el desarrollo sustentable uno de los requisitos fundamentales para es la amplia participación de la opinión pública en la adopción de decisiones. En sí, el desarrollo sostenible debe de ser un objetivo central de todos los sectores y todas las políticas.

2.1.7 El concepto de desarrollo humano sostenible

El desarrollo sostenible pasa a ser una tarea de la concepción del desarrollo humano, quien partiendo del postulado de Brundtland, plantea que la sostenibilidad de las oportunidades humanas dependen de mantener una base de recursos: físico, humano, financiero, social y medioambiental.

El PNUD con la finalidad de promover la idea del “desarrollo sostenible” concretada en la declaración de Río de Janeiro en 1992, comenzó a buscar una frase que permitiera combinar los conceptos y aspiraciones expresados en las acepciones “desarrollo humano” y “desarrollo sostenible”. La concepción del PNUD estuvo basada en que esta fusión fuera conceptual y operativa, dando lugar al nacimiento de la frase “desarrollo humano sostenible”. Este reconocimiento se

hizo público en julio de 1993, cuando el presidente del PNUD en su primer discurso señaló que estaba emergiendo una nueva e integrada visión del desarrollo – un desarrollo centrado en el ser humano, equitativo, y sostenible ecológica y socialmente. Y añadió: podemos llamar a este nuevo desarrollo, desarrollo sostenible centrado en las personas o podemos llamarle desarrollo protector del medio ambiente. Probablemente debemos llamarle desarrollo humano sostenible.

En 1994, este concepto se adoptó como un elemento básico del trabajo del PNUD; en febrero de ese año, el director del PNUD describe el desarrollo humano sostenible de la siguiente manera:

“Debemos unir el desarrollo sostenible y el desarrollo humano, y unirlos no sólo de palabra pero en los hechos, todos los días, en el terreno, en todo el mundo. El desarrollo humano sostenible es un desarrollo que no sólo genera crecimiento, sino que distribuye sus beneficios equitativamente; regenera el medio ambiente en vez de destruirlo; potencia a las personas en vez de marginarlas; amplía las opciones y oportunidades de las personas y les permite su participación en las decisiones que afectan sus vidas. El desarrollo humano sostenible es un desarrollo que está a favor de los pobres, a favor de la naturaleza, a favor del empleo y a favor de la mujer. Enfatiza el crecimiento, pero un crecimiento con empleos, un crecimiento con protección del medio ambiente, un crecimiento que potencia a la persona, un crecimiento con equidad (PNUD, 1994)”.

El concepto de desarrollo humano sostenible se trata de un concepto complejo, que encierra en tres palabras toda una estructura ideológica. Se basa en tres elementos que representan una triple dimensión: por una parte está el Desarrollo, un concepto de apariencia económica, pero que no significa únicamente crecimiento económico, sino que en el contexto, se aplica al desarrollo de las capacidades de cada ser humano en sociedad; Humano, que hace referencia al pilar sobre el cual se estructura el desarrollo y finalmente Sustentable, refiriéndose

a la vocación de perpetuidad fundada en el respeto por elementos sociales, culturales y ecológicos.

En síntesis, el desarrollo humano sustentable implica un nuevo tipo de crecimiento económico que promueva la equidad social y que establezca una relación no destructiva con la naturaleza. El desarrollo humano sustentable debe permitir una mejora sustancial de la calidad de vida de la gran mayoría de una sociedad, o una comunidad, la cual a su vez debiera conducir a la reproducción del ecosistema en el que ésta está inserta. Éste sería un criterio fundamental para discernir la calidad y la sustentabilidad del desarrollo que se impulsa (Fajardo, 2006).

Pero el Desarrollo Humano Sustentable es ante todo una forma de desarrollo centrada en el ser humano, tanto a nivel individual, como una forma de desarrollo de sus capacidades, como a nivel colectivo, fortaleciendo las capacidades comunitarias para enfrentar sus propios problemas, generando mayores niveles de bienestar social y finalmente reforzando la cultura propia de cada pueblo.

2.1.8 El índice de desarrollo humano

El enfoque de desarrollo humano propone que lo que un individuo puede ser o hacer define su bienestar. El objetivo básico del desarrollo es ampliar las oportunidades de la gente para vivir una vida saludable, creativa y con los medios adecuados para participar en su entorno social. Es un indicador creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) con el fin de determinar el nivel de desarrollo que tienen los países del mundo. Fue ideado con el objetivo de conocer, no sólo los ingresos económicos de las personas en un país, sino también para evaluar si el país aporta a sus ciudadanos un ambiente donde puedan desarrollar mejor o peor su proyecto y condiciones de vida

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) se compone de tres dimensiones: salud, educación e ingreso, cada dimensión es medida a partir de variables establecidas

por las Naciones Unidas. Calcular el IDH a nivel municipal requiere algunas adaptaciones a las variables que originalmente lo conforman, esto se debe principalmente a dificultades en la disponibilidad de información a nivel municipal.

La información que se presenta a continuación, se tomó de la nota relativa al ajuste al IDH para su cálculo municipal en el marco del proceso de elaboración del Informe sobre Desarrollo Humano en México, 2004. La siguiente tabla muestra las variables que originalmente se utilizan en la construcción del índice y las variables que se utilizan cuando el cálculo es a nivel municipal.

Tabla 12.- Dimensiones e indicadores del IDH

Dimensión	Indicador establecido por las Naciones Unidas	Indicador utilizado a nivel municipal
Salud	Esperanza de vida al nacer	Probabilidad de sobrevivir en el primer año de edad
Educación	Tasa de matriculación escolar Tasa de alfabetización	Tasa de asistencia Escolar Tasa de alfabetización
Ingreso	PIB per cápita en dólares PPC	Ingreso promedio per cápita anual en dólares PPC

Fuente: Extraído de PNUD, 2004.

➤ Ajustes realizados a las variables en cada dimensión.

En la dimensión de salud la esperanza de vida al nacer es sustituida por la probabilidad de sobrevivir al primer año de vida, ésta se obtiene como el complemento de la tasa de mortalidad infantil, esto es.

$$\text{sobrevivencia infantil} = 1 - \frac{\text{tasa de mortalidad infantil}}{1000}$$

En la dimensión de educación la tasa de asistencia escolar sustituye a la tasa de matriculación escolar. La tasa de asistencia escolar corresponde a la obtenida a partir de la población entre 6 y 24 años de edad que asiste a la escuela entre la población en el mismo rango de edad. La tasa de alfabetización se obtiene a partir

del número de personas de 15 y más años que saben leer y escribir entre el número de personas de 15 y más años de edad.

➤ **Parámetros utilizados en el cálculo del IDH:**

Para calcular el logro en cada dimensión del IDH en cualquier área geográfica determinada es necesario establecer los parámetros ante los cuales se medirá el avance, la siguiente tabla muestra los utilizados en el IDH a nivel municipal.

Tabla 13.- Parámetros utilizados para el cálculo del IDH municipal.

Dimensión	Parámetro	
	Máximo	Mínimo
Salud	99.70%	88.10%
Educación	100%	0%
Ingreso	40,000 Dólares PPC	100 Dólares PPC

En la dimensión de salud el valor máximo se refiere al valor máximo histórico de sobrevivencia infantil y corresponde al observado para Japón. El valor mínimo se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$IEV_{nac} = \sum_{m=1}^{Mn} Pm \left(\frac{SI_{nac} - SI_{min}}{SI_{max} - SI_{min}} \right)$$

Donde **IEV_{nac}** es el índice de esperanza de vida a nivel nacional, **SI_{nac}** es el valor correspondiente a la sobrevivencia infantil a nivel nacional, **SI_{max}** es el valor correspondiente al máximo histórico observado, **Mn** es el número de municipios en el país y **Pm** corresponde al porcentaje de población del municipio en el país.

Los parámetros utilizados en las dimensiones de educación e ingreso corresponden a los establecidos por Naciones Unidas.

➤ **Cálculo del Índice de Desarrollo Humano**

Una vez obtenidos las variables y parámetros necesarios, se calcula el índice para cada dimensión y posteriormente el índice de desarrollo humano, la tabla siguiente resume las fórmulas utilizadas para cada dimensión y el cálculo final.

Tabla 14.- Fórmulas para el cálculo del IDH

Dimensión	Índice en cada dimensión	IDH
Salud	$\text{índice de salud} = \frac{SI_i - SI_{\min}}{SI_{\max} - SI_{\min}}$	$idh = \frac{is + ie + ii}{3}$
Educación	$\text{índice de Educación} = \left[\frac{2}{3} (\text{índice de alfabetización de adultos}) + \frac{1}{3} (\text{índice de asistencia escolar}) \right]$	Donde: II corresponde al índice de salud, IE al índice de educación e II al índice de ingreso.
Ingreso	$\text{índice de Ingreso} = \frac{\log(\text{IngresoPromedioMunicipal}) - \log(\text{Ingreso}_{\min})}{\log(\text{Ingreso}_{\max}) - \log(\text{Ingreso}_{\min})}$	

Fuente: Extraído de PNUD, 2004.

➤ IDH: Nueva Metodología.

El Informe mundial sobre Desarrollo Humano 2010 introdujo ajustes en la metodología para calcular el IDH. Los cambios refinan las dimensiones de educación e ingreso, modifican los referentes internacionales de todas sus variables y el método de agregación. Ahora, el IDH se calcula empleando la media geométrica de los índices de los tres componentes. Por ello, un mal desempeño en cualquiera de los componentes se refleja directamente en el valor del índice y ya no existe sustitutibilidad perfecta entre ellos. El método capta cuán equilibrado es el desempeño de un país, estado o municipio en las dimensiones básicas del desarrollo.

El IDH es una herramienta útil para explorar las características locales de las capacidades básicas de los individuos en una sociedad. El IDH hace manejable la complejidad asociada a la noción de desarrollo al utilizar tres dimensiones básicas para la medición: salud, educación e ingreso. Asimismo, permite referir estas dimensiones a unidades territoriales o geográficas y hace evidentes los distintos

niveles de bienestar entre naciones, entidades federativas o municipios (PNDU, 2005).

Con objeto de reflejar las condiciones de bienestar en los municipios y dada la disponibilidad de información a este nivel de desagregación, se ajustaron los indicadores empleados en cada índice componente del IDH municipal. En la dimensión de salud, se toma la tasa de supervivencia infantil como base para aproximar la información que proporcionaría la esperanza de vida al nacer. En el índice de educación se observan los años promedio de escolaridad y los años esperados de escolarización con el fin de formar el índice combinado de educación. Para aproximar la dimensión de ingreso, se considera el ingreso municipal per cápita ajustado al Ingreso Nacional Bruto (INB) anual en dólares estadounidenses ajustados por paridad de poder de compra (PPC). Los tres índices se agregan mediante el uso de la media geométrica y dan como resultado el IDH. Éste se expresa en valores entre cero y uno, donde uno corresponde al máximo logro posible y cero establece que no existe avance alguno (PNDU, 2014). Esta nueva metodología fue usada para el cálculo del IDH a partir del año 2010.

2.1.9 El índice de desarrollo regional sustentable

Una de las principales dificultades que enfrentan quienes intentan un análisis riguroso del concepto de desarrollo sustentable es que los criterios para su valoración han sido diversos, pues la discusión sobre la medición de la sustentabilidad del desarrollo es amplia.

Los esfuerzos para hacer operativa la sustentabilidad no han logrado concretarse en un indicador estandarizado, sino en diversos indicadores utilizados con fines particulares, esta dificultad aún está en el análisis regional, debido a que no existe un consenso general sobre que indicadores podrían ser representativos de la problemática de las regiones. En la presente investigación se retoma la propuesta de la ONU, proponiéndose el desarrollo humano y el abasto de agua como indicadores del desarrollo regional sustentable.

Con respecto al desarrollo regional existen diversos indicadores propuestos para medirlo, y uno de ellos es el “Índice de desarrollo humano”, conceptualizado como la libertad de que gozan los individuos para elegir entre distintas opciones y formas de vida, a través de factores que permiten a la personas ser libres, como son la posibilidad de alcanzar una vida larga y saludable, el poder adquirir conocimientos individual y socialmente valiosos, y el tener la oportunidad de obtener los recursos necesarios para disfrutar de un nivel de vida decoroso (PNUD 2004). Este índice posee la cualidad de su aceptación y estandarización a nivel nacional e internacional, lo cual permite efectuar comparaciones a través del tiempo y del espacio, pero el mismo únicamente combina los aspectos de bienestar y económicos, más no los ambientales.

Con respecto al desarrollo sustentable, debido a que en este subyace el concepto de desarrollo como sinónimo de equilibrio entre la sociedad, su economía y sus recursos naturales, el mismo está acompañado de sugerencia de medidas relacionadas con la regulación del manejo de los recursos naturales y el apego a normas para cuidar el ambiente, que poco a poco han arraigado en las políticas públicas de las regiones y ciudades relacionadas con el medio ambiente; considerándose que el CC entra en esta temática por ser posible causa de desequilibrios, estancamiento y falta de crecimiento económico y de todo tipo.

En el libro de “Aportes de la Ciencia Regional al Cambio Climático” (Miguel, 2008) se propone un Índice de Desarrollo Regional Sustentable, basado en el IDH y agregando un factor ambiental y de localización que se presenta a continuación.

El Índice de desarrollo sustentable del agua (ISA) puede representar el resultado del equilibrio entre el bienestar social, el nivel de vida económico alcanzado, y la dotación de recursos básicos proporcionados por el medio ambiente. En este caso específico, la medida de la sustentabilidad propuesta es el consumo de agua al cual tienen acceso las personas, regiones y ciudades. Este índice puede considerarse una medida de potenciación que indica que los individuos, cuando disponen de una serie de capacidades y oportunidades básicas, como son la de gozar de una vida larga y saludable; adquirir conocimientos, comunicarse y

participar en la vida de la comunidad; disponer de los ingresos suficientes; y contar con los recursos proporcionados por un ambiente que les garantice disfrutar de un nivel de vida digno, están en condiciones de aprovechar otras muchas opciones.

ISA es la combinación del índice de desarrollo humano normal (I_{DH}) y del consumo del agua (A) igual a:

$$I_{DS} = \frac{3}{4}(I_{DH}) + \frac{1}{4}(A)$$

Donde “A” es el “parámetro ambiental” representado por el consumo de agua, cuya medida está simbolizada por:

$$A = (Q_r - Q_p) / (Q_{max} - Q_{min})$$

“A” puede medirse como dotación de litros de agua potable al día por persona; o anual; donde:

Q_r : cantidad de dotación de agua potable en su región;

Q_p : valor de la cantidad mínima de agua propuesta para la región, cantidad promedio de agua recomendado por la ONU por persona, equivalente a 150 lts agua al día/persona (Howard 2003);

Q_{max} : valor de la cantidad máxima de agua proporcionada en la región

Q_{min} : valor de la cantidad mínima de agua proporcionada en la región.

2.2 La importancia de los recursos hídricos en el desarrollo

2.2.1 Recursos naturales

El ser humano para poder subsistir necesita diversos elementos de la naturaleza, los cuales le proporcionan lo necesario para su desarrollo. Estos son llamados recursos naturales y son todos aquellos elementos de la naturaleza que en alguna forma real o potencial producen beneficios para los seres humanos: el agua, la tierra, las plantas, los animales, los minerales, los alimentos y hasta los paisajes que alegran nuestra vista (Monge, 2002). De la misma manera son recursos naturales la energía que nos llega del sol en forma de luz y calor, así como la

atmósfera que la filtra, la hace utilizable y proporciona el oxígeno necesario para la vida.

De acuerdo a la disponibilidad en el tiempo, tasa de generación (o regeneración) y ritmo de uso o consumo se clasifican en renovables y no renovables.

Los **renovables o inagotables** son todos aquellos que se pueden regenerarse, es decir, aquellos que pueden volver a su estado natural luego de haber sido usados, siempre que hayan sido utilizados racionalmente como el agua, el suelo, la fauna, la vegetación, aire, clima, luz solar, etc. Son recursos con un ciclo de regeneración mayor que su extracción, el uso excesivo del mismo puede convertirlo en extinto o no limitados.

Los **recursos no renovables o agotables** son aquellos recursos que desaparecen luego de ser utilizados, dentro de este grupos se pueden citar los minerales sean sólidos, líquidos o gaseosos (petróleo, oro, plata, etc.). Son generalmente depósitos limitados o con ciclos de regeneración muy por debajo de los ritmos de explotación o extracción. Se denomina reservas a los contingentes de recursos que pueden ser extraídos con provecho. El valor económico (monetario) depende de su escasez y demanda y es el tema que preocupa a la economía. Su utilidad como recursos depende de su aplicabilidad, pero también del costo económico y del costo energético de su localización y explotación.

Algunos de los recursos no renovables son: petróleo, los minerales, los metales, el gas natural y los depósitos de agua subterránea, siempre que sean acuíferos confinados sin recarga.

Algunos recursos naturales que se han considerado renovables, por el uso abusivo y sin control han llegado a convertirse en recursos agotados como es el caso de la extinción de las especies. Así mismo existe otro fenómeno, el cual se refiere a que el recurso exista pero no pueda ser utilizado, como por ejemplo la contaminación del agua.

Es importante el adecuado manejo de los recursos naturales, ya que todo desarrollo depende básicamente de ellos, asegurar un desarrollo sustentable y los medios de vida para las generaciones actuales y futura va a depender de una correcta gestión de tales recursos.

2.2.2 El agua como recurso básico del desarrollo

El agua es uno de los principales recursos naturales y vitales para la vida humana, su importancia recae en que se utiliza en todas las actividades primordiales del hombre, agricultura, procesos productivos, en la alimentación, etc. Pero actualmente hay muchos factores que ponen en riesgo su disponibilidad. De acuerdo a muchos estudios realizados el agua será uno de los principales recursos afectados por el CC, y de acuerdo al enfoque que se le ha dado a esta investigación este tema es un elemento esencial por lo que a continuación se describirán aspectos importantes de este vital recurso.

Desde los tiempos más antiguos, los primeros pensadores reconocieron que el agua es un elemento único, por ejemplo Aristóteles lo incluyó entre los cuatro elementos básicos junto con la tierra, el fuego y el aire; fue tratada así como un elemento hasta el siglo XVIII, posteriormente se reconoció que tales no eran propiamente elementos, sino más bien compuestos de complejas mezclas científicas. A partir de ello cupo el honor, en 1781, al científico británico José Priestley de sintetizar al último de los elementos aristotélicos, demostrando que, al igual que los dos primeros, también era una mezcla de especies químicas. Antonio Lorenzo de Lavoisier en Francia y Enrique Cavendish en Inglaterra lograron descomponer el agua en sus dos componentes: "aire ordinario" (oxígeno) y "aire inflamable" (hidrógeno), estableciendo así los primeros pasos para su estudio científico (Guerrero, 1991).

Con dichos estudios se determinó que el agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido, es el disolvente universal, se solidifica por el frío, y se evapora por el calor. Resulta de la combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

En ella se desarrolla la vida, y además es el componente mayoritario, más frecuente y esencial de todos los seres vivos.

El agua está presente en una gran proporción en todos los organismos vivos, sus características, composición y propiedades posibilitan la vida en la tierra y contribuyen a la estabilidad de climas y ecosistemas. Está presente en todos los procesos productivos y es un factor de desarrollo en términos Económicos, Biológicos, Físico-Químicos, Ambientales, Sociales, Culturales y Políticos.

El consumo directo, sus aspectos económicos y sociales y su interrelación con el ambiente determinan su enorme importancia.

2.2.3 Recursos hídricos.

Los recursos hídricos son las aguas superficiales y subterráneas disponibles en una región determinada (Fraume, 2007). Son definidos, por la UNESCO, como:

“Recursos disponibles o potencialmente disponibles en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un periodo de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable”.

Abarcan, además del agua subterránea, los caudales que están disponibles para el consumo de forma habitual o regular, a lo que se denomina científicamente volumen regulado. Por ello, podemos considerar que el volumen de los recursos se corresponde con el caudal que está garantizado en cada época del año, que al menos fluye por el río en ese mes.

2.2.3. a. Tipos de recursos hídricos.

Los recursos hídricos generalmente se dividen en dos grandes grupos: superficiales y subterráneos. Las aguas superficiales son las que proceden de la lluvia o el deshielo, discurren con rapidez por el suelo alimentando arroyos, charcas, ríos. Las aguas subterráneas la constituye el agua de precipitación infiltrada en el subsuelo que escapa de la evapotranspiración y desciende hasta

llegar a una capa impermeable que la retiene, se acumula encima y satura los huecos del terreno formando un acuífero.

Por su parte el Doctor Luis Balarión Pérez (2002) hace la clasificación de los recursos hídricos tomando en cuenta, las reservas, los recursos hídricos naturales, los recursos hídricos potenciales y los recursos hídricos disponibles; los cuales se mencionan a continuación.

a) Reservas.

Son almacenamientos naturales de aguas presentes en un determinado territorio y en una fecha dada, pudiendo referirse tanto a los superficiales (cursos fluviales, lagos, etc.) como a los subterráneos. Son volúmenes de agua considerados independientes de los flujos que los renuevan, pudiéndose expresar como volumen global referido a un territorio o como volumen por unidad de superficie.

Las reservas son, por tanto, variables en el tiempo en función de los flujos de entrada y de salida del territorio considerado.

b) Recursos hídricos naturales.

- i. *Recurso hídrico renovable de un territorio.* Es la aportación total al territorio (Ar) en el proceso de ciclo hidrológico, entendiendo por dicha aportación el flujo efluente de un territorio, el cual es la suma de:
 - La aportación de la red fluvial (A), esto es, los caudales circulantes por los cursos superficiales de agua y que abandonan el territorio considerado, los cuales comprenden tanto la componente superficial (As), que proviene directamente de la escorrentía, como la subterránea (Ar), consistentes en las salidas de aguas subterráneas a los causes superficiales.
 - Las fugas subterráneas (F), esto es, el flujo subterráneo que sale del territorio a través de los acuíferos existentes.

Los recursos superficiales son, generalmente, los que se utilizan en mayor medida para satisfacer las demandas de agua. Su única fuente de abastecimiento son las precipitaciones atmosféricas y se encuentran en la naturaleza fundamentalmente en los mares, en los ríos, en los lagos naturales y otras, tales como humedad del suelo, masas glaciares, etc.

Los recursos subterráneos, se generan por las infiltraciones de las precipitaciones, de las escorrentías superficiales y de los embalses naturales o artificiales. Normalmente se encuentra agua dulce a profundidades de hasta 150 ó 200 m mientras que por debajo el agua es salada. La recarga y descarga de los acuíferos puede hacerse a través de manantiales, de los contactos río acuífero o descargas directamente al mar, o de modo artificial, mediante la construcción y posterior explotación de pozo o galerías.

- ii. *Recurso hídrico no renovable de un territorio.* En términos físicos, el recurso no renovable es la cantidad de agua obtenida por decremento de las reservas en los sistemas superficial o subterráneo. Debido a la mayor magnitud en nuestro país del agua almacenada en los acuíferos respecto al resto de almacenamientos, se asocia el concepto de recurso hídrico no renovable con la cantidad de agua extraída en los acuíferos que excede de su alimentación natural (recarga) y que, por tanto, se traduce en un decremento de sus reservas. El recurso no renovable se caracteriza por que puede ser utilizado una sola vez a lo largo de la duración considerada.
- iii. *Recurso hídrico natural de un territorio.* El recurso hídrico natural se identifica habitualmente con el concepto de recurso hídrico renovable anteriormente definido, no considerando el recurso no renovable debido a su condición de reserva y por tanto a la existencia de un horizonte temporal en su uso.

c) Recursos potenciales

El recurso hídrico potencial de un territorio es la parte del recurso hídrico que constituye la oferta potencial del territorio considerado, teniendo en cuenta las restricciones existentes en ámbitos superiores al del propio territorio, restricciones éstas que suelen ser de carácter ecológico (mantenimiento de caudales mínimos al mar, etc.), social o socioeconómico (servidumbre de conservar las fronteras con otros territorios un flujo mínimo con una calidad adecuada en dichos efluentes). Así concebido, el recurso potencial supone el valor máximo de aprovechamiento hídrico que puede alcanzarse en una cuenca hidrográfica; es la fracción de los recursos naturales realmente disponible para atender demandas de agua.

d) Recursos hídricos disponibles

Los recursos disponibles o también llamados garantizados, movilizables o regulados, de un territorio son la suma de la fracción del recurso potencial realmente aprovechable (teniendo en cuenta las infraestructuras hidráulicas existentes –embalses, equipos de bombeo, canales, tuberías, etc.-, las reglas de gestión del sistema, los usos y retornos que haya aguas arriba, etc.) más los resultantes de los trasvases que afecten al territorio en estudio y los explotados mediante sistemas no convencionales (desalación, reutilización). Estos recursos disponibles o garantizados son de los que realmente se dispone para satisfacer la demanda de agua de la unidad territorial estudiada.

2.2.3. b . Ciclo hidrológico del agua

Como sabemos el agua es un recurso natural renovable, ya que se puede regenerar. Esto es posible gracias al llamado ciclo hidrológico del agua. El ciclo hidrológico, es un término descriptivo aplicable a la circulación general del agua en la tierra, el cual se define como:

“Sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la atmósfera a la tierra y volver a la atmósfera: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales,

condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelos o masas de agua y reevaporación (Campos, 1998)".

Es importante debido a que es por medio de él, que se realiza el abastecimiento de agua para las plantas, los animales y el hombre. Su fundamento es que toda gota de agua, en cualquier momento en que se considere, recorre un circuito cerrado desde el momento que es lluvia, hasta volver a ser lluvia. Este recorrido puede cerrarse por distintas vías: el ciclo hidrológico no tiene un camino único, se parte de la nube como elemento de origen (Maderrey, 2005).

La idea del ciclo hidrológico va indisolublemente ligada a la del movimiento de las aguas, siendo dos las causas principales de esta transferencia: por una parte el sol y la energía que desprende permite la evaporación; por otra la gravedad por la que el agua se precipita sobre la superficie.

2.2.3. c Etapas del ciclo hidrológico

Figura 6.- Etapas del Ciclo Hidrológico.



Fuente: WWW.AGUA.org.mx

El ciclo del agua tiene diversas etapas, pero no tiene un camino único, es decir se puede partirse desde cualquier etapa del ciclo, la mayoría de autores parten de la evaporación del agua para su explicación; lo cierto es que como se trata de un ciclo se pueden considerar todas sus fases comenzando desde cualquier punto

Para iniciar la explicación de este tema es muy importante tener en cuenta que este ciclo involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona para elevar el agua (evaporación) (ver figura 6); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación).

A partir de lo anterior, podemos decir que el ciclo hidrológico se inicia con la evaporación del agua (casi en su totalidad agua del mar), el vapor resultante de este proceso es transportado por las masa de aire en movimiento (viento) hacia los continentes y bajo las condiciones meteorológicas adecuadas el vapor de agua se condensa para formar nubes y estas serán las que darán origen a la precipitación. Ay que tomar en cuenta que no toda el agua originada por la precipitación llega al suelo, ya que una parte se evapora durante su caída y otra es retenida por la vegetación, o los edificios, carreteras, etc., la cual poco tiempo después es retornada a la atmósfera en forma de vapor. Del agua que cae en el suelo una parte es almacenada en los huecos e irregularidades del terreno (almacenamiento en depresiones) y en su mayoría vuelve a la atmósfera a través de la evaporización.

Otra parte de agua que llega al suelo circula sobre la superficie (lluvia en exceso) la cual se concentra en pequeños surcos que luego se integran a arroyos, los cuales posteriormente desembocan en ríos, a esto se le llama escurrimiento superficial, los ríos a su vez conducen sus aguas desembocándolas en los lagos, embalses o mares, desde donde o bien se evapora o bien se infiltra en el terreno.

Por último, una tercera parte de la precipitación, es la que penetra bajo la superficie del suelo, esta etapa es la de infiltración, la cual va rellenando los poros

y fisuras de tal medio poroso. Si el agua infiltrada es abundante, una parte descende hasta recargar el agua subterránea, en cambio, cuando el volumen infiltrado es escaso el agua queda retenida en la zona no saturada (humedad del suelo), de donde vuelve a la atmósfera por evaporación o principalmente por transpiración de las plantas. Bajo la influencia de la gravedad, tanto en el escurrimiento superficial como en el agua subterránea se mueve a las zonas bajas y con el tiempo integran el escurrimiento total de un río para influir hacia los océanos.

2.2.3.d Disponibilidad del agua

La enorme presión de la actividad humana sobre la disponibilidad de este recurso en los asentamientos humanos, los centros industriales y los turísticos, y en las zonas agrícolas, exige de un gran esfuerzo para proveerla en la cantidad y calidad adecuada. La disponibilidad de agua en cantidad y calidad es esencial para el desarrollo económico y social de los continentes, países y regiones.

El 70 % de la superficie de la tierra es agua, y tan solo el 30 % es tierra firme. La mayor parte del agua es salada: 97.5 % es agua de mares y océanos. El restante 2.5 % es agua dulce, pero casi toda esta congelada en los polos y glaciares. De esta pequeña cantidad de agua 69.7 % es agua congelada, 30 % es agua subterránea y en los ríos y lagos hay solo 0.3 %.

Según datos de CONAGUA (2013), a nivel mundial se estima la disponibilidad de agua promedio anual en 1,386 millones de m³. De ésta, 35 millones de m³ son agua dulce (el 2.5 %). Del agua dulce, el 70 % no son disponibles por encontrarse en glaciares, nieve, hielo; 10.5 millones de kilómetros cúbicos se encuentran en el agua subterránea, y solamente 135 mil kilómetros se encuentran en lagos, ríos, humedad en suelo y aire, humedales, plantas y animales.

En el caso de México, posee aproximadamente el 0.1% del total de agua dulce disponible a nivel mundial, lo que determina que un porcentaje importante del territorio este catalogado como zona semidesértica. Esto implica, también, la necesidad de considerar el agua no solo como un elemento vital, sino como un

factor estratégico para el desarrollo global de un país. Nuestro país está considerado como un país con baja disponibilidad de agua. (Centro virtual de información del agua, 2013)

Durante el paso de los años la disminución per cápita del agua ha aumentado considerablemente de pasar de 17,742 m³ por habitante en los años 50 a 4850 m³ por habitante en el 2010, y calculando que en el 2030 la disponibilidad de este valioso liquido será alrededor de 3815 m³ por persona según datos del Atlas Digital del Agua (2012). La disponibilidad media de agua per cápita a nivel nacional disminuye con el aumento de la población, además se ha demostrado que el cambio climático se ha convertido en un factor que también tiene una participación en el grado de disponibilidad de dicho recurso al modificar el ciclo hidrológico. Este hecho representa un riesgo para la humanidad, ya que es recurso vital no solo para el uso humano, sino también como un recurso esencial en las actividades productivas, como el caso de la agricultura.

2.2.4. Gestión del agua

Debido a la importancia de tan vital liquido, y el riesgo en cuanto a su disponibilidad a la que está expuesta gracias al cambio climático, el aumento demográfico y su alta presión que sufre debido a su consumo, el tema de la gestión de este vital recurso viene siendo un asunto de suma importancia para las naciones y sus regiones.

El fenómeno del CC es uno de los referentes exógenos de dicha problemática, pero lo son también la contaminación del agua; la desertificación de bosques y selvas que rompen el ecosistema hidráulico; el uso un tanto irracional del líquido en las labores de producción; la concentración urbana y el desorden territorial de la misma que sobreexplota mantos acuíferos y, ante todas las cosas, la falta de cultura transversal entre el diseño normativo y la sociedad (Rodríguez, 2008).

La mayoría de los diagnósticos contenidos en diversos documentos sobre este tema suelen coincidir sin importar su origen institucional, que la disponibilidad de agua se encuentra amenazada para las futuras generaciones en diversas regiones del mundo y por supuesto, aunque en menor medida en nuestro país, donde en muchas zonas ya se está presentando esta situación que se está agravando cada vez más y por lo tanto requiere de la intervención de todos los sectores involucrado para tratar de revertirla.

En el documento titulado “El Agua fuente de Vida, 2005-2015” una publicación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2010), se resalta la importancia de hacer una gestión sostenible, eficiente y equitativa de los recursos hídricos en las ciudades.

En la conferencia de Mar del Plata fueron elaboradas grandes líneas para la gestión del agua, que en síntesis serían: 1) La necesidad de que cada país tuviese un estatuto nacional sobre el uso, la gestión y conservación del agua para la implementación de una política y un plan de uso del agua; 2) Una institución responsable de la investigación, desarrollo y gestión de los recursos hídricos; 3) La elaboración y mantenimiento de una base legal de estructuras administrativas para la gestión y planificación; 4) Esfuerzos para que haya una participación efectiva de usuarios y autoridades en la toma de decisiones.

Los resultados de la Conferencia de Río (Eco-92), claramente apuntan a la necesidad de gestión de sistemas, no solamente de algunos de sus componentes. (Cit. Heathcote en Yhosinaga, 2000).

La gestión de este importante recurso debe ser un proceso multiparticipativo, donde en las decisiones de acción deben estar incluidos todos los interesados, la comunidad (ciudadanos, empresas, organizaciones no gubernamentales, etc.) y los tomadores de decisiones (órganos públicos municipales, estatales, federales).

2.2.5 El agua como elemento en el desarrollo sustentable

Uno de los elementos esenciales del desarrollo sustentable, es el recurso hídrico. La sustentabilidad de este, parte del principio de cubrir la demanda del recurso para los diversos usos con la oferta existente, sin llegar a la sobre-explotación de las fuentes o disminuir el gasto ecológico de los causes.

Como se mencionó anteriormente el agua es un elemento esencial pero debido a muchos factores este importante recurso a disminuido su disponibilidad tanto en cantidad como en calidad considerablemente, convirtiéndose así la escasez de agua dulce en un factor limitante para el desarrollo regional, pudiendo ser de origen natural, donde las condiciones fisiográficas limitan la disponibilidad del recurso, o ser provocada por el hombre, por sus actividades y por la densidad poblacional. El deterioro de las aguas en ríos, arroyos, lagos y mantos freáticos tiene consecuencias directas sobre los ecosistemas y la salud humana. Esta situación constituye una tragedia humana indescriptible y un obstáculo importante para el desarrollo.

Con respecto a este tema se celebró en BOON (2001) una reunión cuyo tema fue el “Agua como clave del desarrollo sostenible”. En dicha reunión se consideró el agua indispensable de este desarrollo en sus aspectos sociales, económicos y ambientales. El agua es vida, esencial para la salud humana. El agua es un bien económico y un bien social que debe distribuirse en primer lugar para satisfacer necesidades humanas básicas. Muchos consideran que el acceso al agua potable y al saneamiento constituye un derecho humano. No hay nada que pueda sustituir el agua: sin ella perecen los seres humanos y otros organismos vivos, los agricultores no pueden cultivar los alimentos, las empresas no pueden funcionar. La seguridad del abastecimiento de agua es un aspecto clave de la reducción de la pobreza (Miguel, 2008).

Así mismo también se afirma que la seguridad del abastecimiento de agua para todos es un objetivo viable, que hay suficiente agua para todos en el mundo, pero

sólo a condición de que cambiemos la forma de administrarla y haciendo conciencia que en nosotros recae la responsabilidad de actuar, en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

2.3 Cambio climático

2.3.1 Conceptos Fundamentales

2.3.1.a El clima

Para entender el tema del cambio climático es necesario primero hacer referencia al tema del clima.

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua lo define como un conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región.

J. Hann (Cit. En Albetosa, 1990) por su parte lo define como un conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera sobre un punto de la superficie terrestre”. Köppen en su obra “Climatología”, la cual estuvo dedicada a la teoría general del clima lo define como el estado medio y proceso ordinario del tiempo de un lugar determinado y al ensayar una definición de clara preocupación biológica, mantiene el carácter dinámico del clima, al concebirlo como la suma total de las condiciones atmosféricas que hacen a un lugar de la superficie terrestre más o menos habitable para los seres humanos, animales y plantas (Albetosa, 1990).

En el tercer decenio surge la definición de M. Sorre, que concibe como “El ambiente atmosférico constituido por la serie de estados de la atmósfera sobre un lugar en su sucesión habitual”. Revisando la definición de otros autores, encontramos la siguiente “El clima de un lugar específico esta compuestos de las condiciones promedio y de las secuencias regulares de eventos meteorológicos,

además de la observación repetida de fenómenos extremos, como tornados, tormentas, o heladas (Cit. Geiger en Ochoa, 2009)".

En esencia, el clima es el promedio del tiempo atmosférico durante semanas, meses, años, décadas, siglos, milenios e incluso eones. La energía procedente del sol, llamada constante solar, es el factor principal que tiene que ver con las condiciones del clima; pero el sol no es el único que participa en su regulación, también en el interactúan el aire, las corrientes oceánicas, el hielo de los polos y de las altas cumbres (criósfera), la superficie de bosques y de desierto, la actividad volcánica y las emisiones de gases debidas a la actividad humana también afectan al balance global.

2.3.1.b Efecto invernadero

El efecto invernadero es un proceso natural que influye en el calentamiento de la superficie de la tierra, bajo la acción de la radiación solar.

Para explicar en qué consiste dicho efecto, es necesario revisar otros conceptos. La atmósfera terrestre es una delgada capa de gases que rodea a nuestro planeta. Esta delgada capa de gases es muy importante ya que en ella residen los gases que son fundamentales para el desarrollo de la mayor parte de la vida del planeta. La composición química de la atmósfera incluyen mayoritariamente a dos gases Nitrógeno (N), en un 79 % y Oxígeno (O) en un 20 %. El 1 % está formado por diversos gases donde los más abundantes son el Argón (Ar) en un 0.9 % y el Dióxido de Carbono (CO₂) en aproximadamente un 0.03 %, cabe este valor se registró antes de la revolución industrial, actualmente este valor a alcanzando niveles sin precedentes llegado a 396,0 partes por millón (0.0396%), que aunque es un pequeño valor es lo que está originando una desestabilización en el clima dando lugar a este efecto invernadero. Este último gas, presente en proporciones tan bajas, es de crucial importancia en el proceso de calentamiento de la atmósfera (Caballero, Lozano & Ortega, 2007).

Dado que los gases de la atmósfera están sujetos a la atracción gravitacional de la Tierra, la mayor densidad de gases se concentra cerca de la superficie terrestre, en los primeros 50 km, en donde podemos distinguir dos capas. La tropósfera, que tiene unos 10 km en promedio de espesor y que tiene más o menos el 75 % del total de la masa de la atmósfera; y en la estratósfera, que llega hasta los 50 km de altura y tiene un 24 % total de la masa de la atmósfera (juntas concentran el 99 % de la masa total de la atmósfera). La estratósfera es una capa importante porque en ella reside la capa de ozono que filtra la luz ultravioleta.

La temperatura de la tropósfera a lo largo de los 10 km que la forman, las temperaturas más altas (cerca de los 20 °C), se localizan justo en el punto de contacto de la atmósfera con la superficie sólida de la Tierra, y de allí para arriba la temperatura del aire va bajando paulatinamente hasta llegar a los 10 km, en donde se alcanza una temperatura de -60 °C. Este patrón podría parecer sorprendente si pensamos que la fuente de calor para la atmósfera es el sol, por lo que esperaríamos entonces, que las capas más cercanas al Sol fueran más calurosas. Esto no es así, dado que los gases que forman a la atmósfera no pueden absorber la luz solar, de alta energía –ondas de longitud corta, cargadas hacia la luz visible y ultravioleta-, y dejan pasar la mayor parte hacia la superficie de la tierra. Del total (100 %) de la luz solar que nos llega al planeta el 30 % es reflejado como un espejo hacia el espacio (término conocido como albedo), la atmósfera retiene solo un 20 % de la energía solar y el 50 % restante llega hasta la superficie terrestre, calentándola. Al calentarse la superficie de la tierra transforma la luz solar (de alta energía) en radiación de baja energía –ondas de longitud grande, cargadas hacia el infrarrojo – que refleja nuevamente a la atmósfera. Esa energía de onda amplia o infrarroja, si puede ser absorbida de manera muy eficiente por algunos de los gases atmosféricos, de manera particular el CO₂, siendo esta la principal fuente de calor de la atmósfera, de allí que la temperatura más alta de la tropósfera sea justamente el punto de contacto con la superficie del planeta (Caballero et al., 2007).

A esto es a lo que llamamos efecto invernadero, y hace que la luz solar sea más eficiente para calentar la atmósfera y elevar su temperatura media. Sin el efecto invernadero que le da a nuestro planeta su atmósfera con 0.03 % de CO₂, estaríamos perpetuamente congelados, con una temperatura media global de cerca de -15 °C en lugar de los muy confortables 15 °C que es la temperatura media del planeta. Es claro, entonces, que la composición de la atmósfera afecta de manera fundamental al clima; mientras más gases de invernadero como el CO₂ se encuentren en la atmósfera terrestre, mayor será la temperatura global del planeta, y mientras menos haya, más fría será la Tierra.

2.3.1.c Gases de efecto invernadero (GEI): El CO₂ y sus cómplices.

El agua, el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso son componentes naturales de la atmósfera.

El bióxido de carbono es el gas de efecto invernadero que producimos en mayor cantidad y principal responsable del calentamiento global. Las fuentes más importantes de CO₂ son la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) y los incendios forestales. El metano se libera cuando la materia orgánica se descompone en ambientes pobres en oxígeno (como los arrozales, cuando están cubiertos por agua, y otras zonas húmedas) o cuando la materia orgánica se descompone en los basureros y como resultado de actividades ganaderas. En cuanto al óxido nitroso su potencial para el calentamiento del planeta es 300 veces mayor que el bióxido, pero su concentración en la atmósfera es mucho menor. Se origina por el uso de los fertilizantes agrícolas y en la producción industrial. Otros gases de efecto invernadero son los industriales fluorados, los cuales desaparecen lentamente en el ambiente: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PCF), y hexafluoruro de azufre (SF₆). Estos gases tienen la propiedad de absorber parte de la radiación que sale por la ventana de radiación. De modo, que, cuando su concentración aumenta, la radiación saliente al espacio exterior es menor y, por lo tanto, la temperatura que adquiere el planeta aumenta.

Por esta razón se los llama “gases de efecto invernadero” (GEI). La humanidad, es incapaz de modificar, mediante emisiones directas, el contenido de vapor de agua de la atmósfera, pues este es regulado por la temperatura que condiciona su remoción a través de los procesos de condensación y congelación. En cambio hay evidencias incuestionables de que las emisiones de origen antrópico de los otros tres gases de efecto invernadero modificaron sus concentraciones atmosféricas. En los últimos 10000 años, las concentraciones atmosféricas de los principales GEI permanecieron relativamente estables hasta que, con el inicio de la era industrial, comenzaron a aumentar. Desde hace 200 años, la combustión creciente de hidrocarburos fósiles respondió a la demanda también creciente, originada en el mayor consumo individual y en el aumento de la población, hecho que, junto a la deforestación, condujo al aumento de la concentración del dióxido de carbono.

Existen evidencias concluyentes de que el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono durante los últimos 200 años se debió a las actividades humanas. Una de ellas es la fracción decreciente de carbono 14 en el total del dióxido de carbono atmosférico desde 1800 hasta hoy. En efecto los núcleos de los átomos de carbono presentes en el dióxido de carbono, emitidos por la combustión de carbón, petróleo y gas natural, carecen de la fracción del C14 presente en las emisiones naturales. A medida que las emisiones, producto de estas combustiones, se han estado acumulando en la atmósfera, la fracción del C14 ha ido disminuyendo. Otra evidencia proviene del patrón geográfico de las concentraciones de dióxido de carbono que muestran los valores ligeramente superiores en el hemisferio norte respecto del hemisferio sur como consecuencia de que la población y la actividad humana, concentrada en el primero, genera casi la totalidad de las emisiones y estas tardan un año en redistribuirse por todo el planeta.

Las emisiones de los GEI poseen un tiempo de vida en la atmósfera que se extiende entre los 15 años (en el caso del metano) y los 120 (en el del óxido nitroso). El tiempo de vida del dióxido de carbono se estima entre 100 y 150 años.

Hay otros GEI artificiales, de afortunadamente muy baja emisión, que tienen tiempos de vida estimados entre 40 años y varios milenios según la especie química de la que se trate. El hecho de que el tiempo de vida de dos de los más importantes GEI sea superior a los 100 años implica que en el caso hipotético de que las emisiones antrópicas se redujeran a cero, la atmósfera continuaría con concentraciones superiores a las del periodo preindustrial por largo tiempo, que disminuirían solo en uno o dos siglos a sus valores iniciales (Barros, 2005).

La prolongada permanencia de los GEI en la atmósfera hace que las emisiones tengan un efecto acumulativo.

2.3.2 Cambio Climático: Definición

A principios del siglo XX, los investigadores que trabajaban con el tema de la transición del clima utilizaban la expresión “*cambio climático*” para describir las variaciones pasadas, presentes o futuras, tanto naturales como inducidas por el hombre, a escalas global, regional y local. A finales del siglo pasado, los gobiernos del mundo industrializado empezaron a interesarse públicamente en el fenómeno del calentamiento del planeta, debido a ellos surgieron organizaciones enfocadas al estudio de este fenómeno. En un primer momento dichas organizaciones empezaron definiendo el fenómeno, como es el caso de la CMNUCC (1992) que define el CC como la “*variación del clima, atribuido directa o indirectamente a actividades humanas, el cual altera la composición global y representa un añadido a la variabilidad climática natural observada a través de periodos comparables entre sí*”. Por su parte el IPCC lo define como “*cualquier variación en el clima a través del tiempo, tanto por razones naturales como actividades humanas*”. En relación a esto el cuarto informe del IPCC se le atribuye a la acción del hombre con una certidumbre del 90 % el calentamiento global (Burgui, 2008). Como se puede observar ambas definiciones toman la acción del hombre como una de las causa principales de este cambio de clima.

2.3.3 Teorías sobre el origen del cambio climático.

Desde el comienzo de su estudio este fenómeno ha causado mucha controversia, de que si es o no por causa del hombre. Ante este hecho han surgido diversas teorías que han tratado de explicar el surgimiento de dicho fenómeno.

Por ejemplo, en el documental *“El gran timo del calentamiento global”* varios científicos de diversas áreas refutan la idea de que el hombre sea uno de las principales causantes de este fenómeno al emitir grandes cantidades de gases invernaderos a la atmósfera, como lo manifiestan Durkin en dicho documental:

“La idea de que el hombre está contribuyendo al calentamiento de la tierra comenzó siendo una curiosa y excéntrica teoría científica y, a pesar de haber invertido en ella miles de millones de dólares, hoy la ciencia sigue sin conseguir mantenerla en pie”.

Durkin asegura que las pruebas científicas no demuestran que el clima dependa del bióxido de carbono, provenga o no del hombre (Alcalde, 2007).

Otros investigadores como Urbina (2008) sostienen que este CC es un fenómeno natural que se da debido a la presencia en la atmósfera de GEI y su ocurrencia resulta favorable para la especie humana y en general para el desarrollo de la vida.

Por su parte José María Pernía (2008) también atribuye a las causas naturales el CC, pero además de considerar el efecto invernadero, clasifica estas causas naturales en dos tipos, las geológicas (endógenas) y astronómicas (exógenas). En las exógenas están fuertemente vinculadas con la dinámica del sol, la órbita terrestre, y con la llegada a la tierra de cuerpos celestes. Como la Fluctuaciones en la actividad solar (caso de las manchas solares), cambios orbitales del planeta debido a tres factores, a saber, la electricidad de la tierra; la inclinación del eje terrestre; y la precisión de los equinoccios y los impactos de cuerpos celestes (cometas, asteroides y meteoritos) que al estrellarse contra la tierra puede

originar grandes nubes de polvo o maremotos que a su vez han podido originar la extinción de grupos de organismos, como los dinosaurios.

En las endógenas manifiesta que son inherentes y son de naturaleza geológica. En ellas considera a los Océanos debido a la extensión que ocupan sobre la superficie de la tierra y a su poca capacidad de rechazar la radiación solar (efecto albedo), absorben la mayor parte de la radiación solar que atraviesa la atmósfera. Los Volcanes, cuando estos hacen erupción, lanzan enormes cantidades de polvo, dióxido de carbono, y dióxido de azufre en forma gaseosa a la atmósfera superior (la estratósfera). Y Movimientos de las placas litosféricas: como sabemos, estos movimientos determinan la distribución de los continentes y océanos, repartición que afecta el CC, en la medida que condiciona la cantidad de radiación solar que puede ser absorbida por la superficie terrestre para cada latitud (cit. Chivelet, en Pernía, 2008).

Otros autores consideran el sol como el principal factor causante del CC. Como se mencionó anteriormente en el documental de “El gran tino del Cambio Climático”, se menciona el físico Piers Corbyn, el cual decidió intentar usar un sistema radicalmente nuevo para predecir el clima: el Sol. El origen de su técnica predictiva solar del tiempo a largo plazo se originó en el estudio de las manchas solares y del deseo de predecirlas. Entonces se dio cuenta de que realmente era mucho más interesante utilizar al Sol para predecir el tiempo. Durante cientos de años –mucho antes de que esto se entendiera correctamente–, los astrónomos de diversas partes del mundo se dedicaban a contar el número de tales manchas, en la creencia de que su aparición anunciaban un tiempo más cálido.

En 1893 el astrónomo británico Edward Maunder observó que durante la Pequeña Edad del Hielo apenas hubo manchas solares visibles. Este periodo de baja actividad solar pasó a conocerse por el nombre de “mínimo de Maunder”.

Por su parte profesor Friis Christensen y sus colegas se dedicaron a examinar cuatrocientos años de registros astronómicos para comparar la actividad de las manchas solares con las variaciones de temperatura correspondientes. De nuevo se encontraron con que las variaciones de la actividad solar estaban íntimamente ligadas con las variaciones de temperatura sobre la Tierra. Por lo que llegaron a la conclusión de que era el Sol, no el CO₂ ni cualquier otra cosa, lo que estaba provocando los cambios climáticos.

Svensmark, en un artículo que presentó bajo el título Cosmoclimatology, a New Theory Emerges publicado en la revista "Astronomy and Geophysics" causó gran estupor al mismo tiempo que gran escándalo, porque contraviene todas las teorías aceptadas hasta ahora, incluida, por supuesto la del origen antropogénico. Según Svensmark, la actividad solar y la radiación cósmica son dos factores cruciales en el calentamiento de la superficie terrestre, por delante, incluso, de los gases de efecto invernadero producidos por la actividad humana (Comellas, 2011).

Por otra parte, otros investigadores, aunque están de acuerdo en el hecho de que la variación del clima es un proceso natural el cual siempre ha existido, aseguran que fue a partir de los asentamientos humanos y actividades como el descubrimiento del fuego, la práctica de la agricultura y el comercio entre otras, como el hombre comenzó a alterar el entorno natural, y su vez el clima (Gentile, 2007).

De igual manera de Bartra (2008) considera que uno de los factores principales que coadyuvó al CC fue el proceso de industrialización, cuando a mediados del siglos XIX se perfora el primer pozo petrolero, a partir de ahí se vive una inusitada aceleración. Es por ello que los combustibles fósiles constituidos por plantas y animales extintos hace muchísimos años también se considera que son fuente principal de las emisiones de GEI, así como también: la quema de carbón, petróleo y gases naturales, tala de bosques, manadas masivas de animales que emiten metano y al igual que los arrozales y vertederos de desechos y los gases de larga duración. El problema es que muchas de esas actividades emisoras de

GEI son esenciales para la economía mundial y constituyen una parte fundamental de la vida moderna, es por ello que las grandes potencias de la economía no han colaborado de forma contundente para reducir estas emisiones (CMNUCC, 1992).

Rafael Lomeña Varo (2007), por su parte expone que los incendios forestales han tomado un papel importante en el cambio de clima, que las emisiones que se generan por tales, y son tan grandes que son un factor determinante. Considera que los incendios forestales pueden estar convirtiéndose, ante la más absoluta pasividad de todos, en los mayores protagonistas de este fenómeno, llevando al calentamiento global hacia un proceso acelerado de complicada regresión. Nadie parece haber considerado en serio las emisiones de CO₂ producidas en los incendios provocados por el propio ser humano.

2.3.4 Percepción y adaptación al cambio climático

Los efectos del CC no se han hecho esperar, este fenómeno ha causado muchos daños en todo el mundo, y aunque se han firmado varios documentos y realizado diversas reuniones, conferencias y congresos, así como campañas contra el CC, los resultados ni siquiera se han acercado a lo esperado, así lo expone la CMNUCC.

"Los acuerdos internacionales y los nuevos mecanismos reguladores y compensatorios del deterioro ambiental – las convenciones de biodiversidad y de cambio climático, los protocolos de Kioto y de Cartagena, el mecanismo de Desarrollo limpio- han sido incapaces de detener y menos de revertir el creciente proceso de destrucción ecológico del planeta".

El problema es que muchas de esas actividades emisoras de GEI son esenciales para la economía mundial y constituyen una parte fundamental de la vida moderna, es por ello que las grandes potencias de la economía no han colaborado de forma contundente para reducir estas emisiones (CMNUCC, 1992).

Si a esto le agregamos otros factores como la falta de recursos en los países en desarrollo para implementar energías alternativas, la falta de educación ambiental,

la negativa de los países desarrollados para disminuir sus emisiones, entre otras cosas, podríamos decir que mitigar el CC es todavía una solución que no está a nuestro alcance. Es por ello, que no nos queda más que recurrir a la adaptación ante este fenómeno y mediante ella reducir los GEI para no seguir alimentando al problema.

Mientras la mitigación se ocupa de las causas del CC, la adaptación se centra en sus efectos. La capacidad de adaptación es definida como la habilidad de un sistema de ajustarse al CC, para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias. La adaptación se refiere a la adopción de políticas y prácticas para preparar condiciones para hacer frente a los cambios climáticos, admitiendo que en estos momentos es imposible evitarlos del todo.

El CC es una oportunidad para cambiar paradigmas y mejorar la calidad de vida, en ello la adaptación a las nuevas condiciones juegan un papel preponderante y, por tanto, es esencial que en su abordaje los sistemas social, ambiental, y económico sean atendidos con el mismo nivel de importancia, desde los bosques hasta las fuentes de agua dulce, y desde las comunidades marginadas hasta las grandes zonas industriales en las zonas urbanas (INE, 2012).

2.3.5 Participación global, regional, nacional en el cambio climático.

De acuerdo al informe de la SEMARNAT (2009), “Cambio Climático: ciencia evidencia y acciones” en el mundo la emisión de CO₂, uno de los principales GEI, se ha incrementado a la par del consumo de combustibles fósiles. Este incremento no ha sido pequeño: entre 1971 y el año 2005, la emisión mundial derivada del consumo de combustibles fósiles aumentó alrededor de 90%; en este último año se emitieron en el mundo 27 mil millones de toneladas de CO₂.

Las regiones que en el 2002 sobresalieron por su emisión de GEI fueron además de Norteamérica (que contribuyó con 26 % del total de ese año), el este de Asia (15 %), Europa occidental (14%) y Medio Oriente (13 %). Como nos podemos dar

cuenta son los países desarrollados quienes contribuyen más a este fenómeno y son los países en vías de desarrollo quienes sufren más las consecuencias de tal, debido a la falta de capacidad de adaptación a este fenómeno.

A nivel de país para una fecha más reciente, el año 2005. Los países que más CO₂ emitieron por quema de combustibles fósiles fueron Estados Unidos, China, Rusia, Japón e India. En ese año, estos países emitieron poco más del 54 % del total mundial. Por su parte, México contribuyó con el 1.4 %, ubicándose entre los primeros quince países por su volumen de emisión.

Dichas emisiones se han incrementado en los últimos años: la emisión del 2002 fue 30% mayor que la estimada doce años antes, en 1990.

La principal fuente de GEI en México fue el sector energía, responsable de cerca de 70% de las emisiones. Otros procesos industriales, como la producción del cemento, vidrio, acero, papel, alimentos y bebidas, entre otros, contribuyeron con alrededor de 9 % de las emisiones totales de GEI del país. Por su parte, las actividades agropecuarias, de las que se obtienen los granos, frutas y carnes, generan también dos GEI: el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), que contabilizaron el 8 % de las emisiones nacionales de GEI. Estos gases se derivan de la fermentación de los alimentos en el sistema digestivo del ganado, del estiércol y su manejo, así como de cultivos como el arroz y de procesos naturales que ocurren en el suelo.

2.3.6 Evidencias del cambio climático en el contexto regional

El calentamiento y el CC son inequívocos como lo evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar.

Según el informe del IPCC (2007) “Cambio climático: informe de síntesis” las observaciones efectuadas en todos los continentes y en la mayoría de los océanos

evidencian que numerosos sistemas naturales están siendo afectados por cambios del clima regional, particularmente por un aumento de la temperatura.

De igual manera en el documento emitido por la SEMANART (2008) también se ha hecho manifiesto que la evidencia más contundente de que el CC está ocurriendo es el incremento de la temperatura, aunque también se han observado importantes alteraciones en otros elementos del clima, como la precipitación y la humedad.

Además del cambio en la temperatura también se han notado cambios en la humedad y precipitación, ya que dicho cambio frecuentemente viene acompañado por cambios en la humedad atmosférica y, en consecuencia, en el régimen de lluvias. Ambos cambios tienen efectos en eventos tan importantes como la formación de huracanes y la ocurrencia de inundaciones.

El vapor de agua total en el aire sobre los océanos aumentó 1.2 % por década, lo que ya podría estarse reflejando en cambios en las precipitaciones, tanto en forma de lluvia como de nieve. Con respecto a la intensidad de las lluvias, el IPCC indica que es probable que se hayan incrementado en muchas regiones de la Tierra a partir del año 1950, incluso en las regiones donde se redujo la cantidad total de precipitación. En contraste, se han registrado sequías más intensas y prolongadas a partir de 1970, principalmente en los trópicos y subtrópicos, destacando las regiones desérticas de África y América del Sur.

Otras variables relevantes tales como las alteraciones en la temperatura oceánica, cambios en los ecosistemas terrestres (como la disminución de la extensión de la capa de nieve y hielo en el Hemisferio Norte), el acortamiento de las estaciones frías, el derretimiento de glaciares, la disminución de la extensión del permafrost y el aumento del nivel del mar, proporcionan una evidencia clara de que el mundo se está calentando.

Aunque es poco probable que se cumplan los augurios más catastrofistas sobre el CC, según un estudio, la investigación prevé que se doble el aumento de la

temperatura que los expertos consideran como límite seguro. Según los investigadores de la Universidad de Oxford, la temperatura se situará 4 grados por encima de la registrada antes de la Revolución Industrial si se toma en cuenta el crecimiento de los últimos diez años, estos investigadores aseguran que esta situación provoca catástrofes en grandes zonas de la Tierra, causando sequías, tormentas, inundaciones y olas de calor, con efectos drásticos en la producción agrícola y sus consecuencias secundarias, como la migración masiva (Harvey, 2013).

2.3.6. a. México ante el cambio climático

En México, la vulnerabilidad de la población a extremos del clima es grande. Dado que una vasta parte de nuestro territorio es semiárido (poca precipitación la mayor parte del año), los cambios en la temporada de lluvias resultan en amenaza de sequía, y con frecuencia, en desastres para sectores dependientes del agua. Es por ello que para nuestro país el manejo adecuado de este recurso se ha vuelto prioritario. Todos los sistemas naturales, sociales, productivos o económicos de México son afectados y vulnerables ante los efectos previsibles del CC.

Como resultado preliminar de la cooperación bilateral en la materia, el Hadley Centre del Met Office británico, junto con autoridades mexicanas, presentó en Durban en diciembre de 2011, un estudio referido específicamente al caso de México, en el que se documentan los cambios climáticos que ya son detectables en el país, así como las consecuencias potenciales de los cambios futuros. A pesar de la naturaleza muy preliminar de este trabajo, y de las múltiples incertidumbres que persisten al respecto, cabe destacar algunos elementos de sus conclusiones (SEMARNAT, 2012):

En lo relativo a cambios ya detectados:

- México ha venido experimentando un calentamiento generalizado desde 1960.
- Destaca en particular un incremento en las temperaturas invernales en las últimas cuatro décadas.

- En el mismo periodo se han reducido las precipitaciones en el extremo sureste del país.

En cuanto a posibles proyecciones:

- El ascenso de temperaturas hacia 2100, en relación con el promedio 1960-1990, podría alcanzar cerca de 4°C en la zona de la frontera norte, y entre 2.5°C- 3.5°C en el resto del país.
- México se ubica en una región para la cual se esperan reducciones de precipitación entre 5 y 10% en el periodo de referencia, aunque subsisten al respecto mayores incertidumbres y discrepancias entre los modelos.

En lo que respecta al estado de Oaxaca en los estudios y análisis realizados llegan a la conclusión de que todas las regiones del estado de Oaxaca son sensibles al CC, ninguna de ellas está al margen de los cambios de temperatura, lluvias, sequías, etc. que lo acompañan, todas resienten sus diversos efectos relacionados con la problemática del agua, entre los que sobresalen: el desabasto, las sequías y los incendios, que afectan al 100 % de las regiones. Las inundaciones (que se manifiestan preferentemente en las regiones Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Norte), huracanes (que normalmente afectan a las regiones Costa e Istmo); y heladas (que destacan en las regiones Mixteca, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales), fenómeno climático que afecta al menos al 50 % de las regiones.

2.4 El agua y el cambio climático

¿Qué tiene que ver el agua con el CC?

Por citar algunos ejemplos, las proyecciones derivadas del aumento en la temperatura y la variabilidad del clima prevén escenarios como los siguientes (CCA, 2010):

- Ciclo hidrológico afectado

- Alteraciones en la periodicidad, magnitud y duración de precipitaciones y escurrimientos
- Mayores riesgos por falta de agua: sequías, desertificación, olas de calor, pérdida de ecosistemas, disminución en la humedad del suelo, contaminación por intrusión salina y menor recarga de los acuíferos
- Mayores riesgos por exceso de agua: inundaciones, huracanes, precipitaciones más intensas, erosión, deslaves y movimientos de tierra.
- Áreas costeras de poca elevación más expuestas a inundaciones y mareas.
- Incremento de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua, como el dengue y la malaria
- Mayor estrés y desgaste de la infraestructura hidráulica
- Afectaciones a los cultivos

2.4.1 Impacto del cambio climático en el desarrollo sustentable

El problema del CC, desde el punto de vista del desarrollo de un país o una región, cobra sentido cuando se considera la manera como las anomalías en el clima afectan a los sectores socioeconómicos. El CC, la pérdida de la biodiversidad y la desertificación son los tres problemas ambientales “estrella” de finales del siglo XX y principios del XXI que tienen mucho en común. Corresponden a procesos biofísicos y antrópicos que están fuertemente relacionados por razones y principios ambientales económicos, jurídicos y políticos; sus instrumentos pueden contribuir de manera importante a la consecución de los objetivos de los otros; además, los tres problemas también están ligados por soluciones comunes, por ello salvaguardar la diversidad biológica, luchar contra la desertificación, prevenir el CC son quizá, los principales parámetros a seguir, ya que albergan el mismo objetivo: asegurar un desarrollo durable.

En el libro Ciencia Regional: Aportes al Cambio Climático (Miguel, 2008) el análisis realizado a lo largo del texto sugiere que todas las regiones de México, las del

País y del Sur-sureste en particular, son sensibles al CC, y que el conjunto de eventos ambientales, meteorológicos y geológicos que el CC despliega en las regiones naturales, tiende a afectar los niveles de desarrollo, bienestar y calidad de vida de la población de sus regiones sociales. El efecto del CC en las mismas tiende a reflejarse en: 1) la reducción de sus niveles de desarrollo y bienestar; 2) el deterioro temporal o permanente de su desarrollo logrado, retrasando su bienestar actual a niveles del pasado, debido a la destrucción y cambios desfavorables que conlleva, los cuales pueden agravarse más cuando tienden a ser permanentes; y 3) el aumento de las desigualdades y desequilibrios regionales hacia niveles altos.

Hay un acuerdo con la comunidad científica en que, en un futuro cercano, los efectos probables del CC derivados de lo anterior afectarán a los recursos naturales en aspectos como los siguientes: variación de las precipitaciones y de los recursos hídricos medios naturales; deterioro de la calidad del suelo; cambios en los sistemas naturales; reducción de los glaciares de montaña; mayor riesgo de sequías e incendios en las zonas mediterráneas; cambios en la fauna acuática y la biodiversidad de moluscos; riesgos para la salud humana; riesgos de inundaciones en las zonas litorales, pérdida de humedales y aumento de la erosión, etc.

En resumen, la información analizada indica que el CC, y la problemática que conlleva, tienden a ocasionar cambios, con una tendencia a ser desfavorables, para el bienestar de las regiones. Muchos cambios trascendentes de las regiones de México están siendo impulsados por el CC, no solamente por las políticas públicas tradicionales.

2.4.2. Incidencia del cambio climático en los recursos hídricos

El IPCC publicó un documento (editado por Bates, Z, S, & J, 2008), sobre el CC y agua, en el cual se confirma lo que otros investigadores ya habían concluido anteriormente sobre el impacto que el CC va a tener sobre los recursos hídricos del planeta. Entre las conclusiones más importantes del documento destaca el hecho de que el calentamiento global observado en décadas recientes está ligado a cambios a gran escala en el ciclo hidrológico en aspectos relacionados con el

contenido de vapor en la atmósfera, cambios en los patrones de precipitación, intensidad de lluvia y tormentas extraordinarias, reducción de las capas de nieve, derretimiento de glaciares y cambios en la humedad del suelo y en los procesos de escurrimiento.

Una crisis hídrica, a partir del CC, podría afectar a distintos sectores de la vida productiva y social, como por ejemplo:

- La menor disponibilidad de agua para riego podría amenazar la seguridad alimentaria, el desarrollo rural y las economías de países agrícolas
- En materia de energía no es complicado pensar que la reducción de agua para hidroeléctricas (o el aumento de las fluctuaciones de los caudales de los ríos) podrían reducir la estabilidad de la red eléctrica y su confiabilidad.
- El aumento del nivel del mar en zonas costeras podría dar lugar a la salinización de las fuentes de agua de los acuíferos costeros
- El CC afectará negativamente el logro de la seguridad hídrica, puesto que impactara en la oferta y demanda de los recursos hídricos, a través de un incremento en la severidad y la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, tales como las sequías y las inundaciones; complicando aún más el proceso de gestión y desarrollo de los recursos hídricos (ACC,2010).

El incremento de la variabilidad en los patrones climáticos tradicionales, tanto en tiempo como en espacio, agravado por otros cambios globales como la urbanización, el cambio en el consumo de alimentos y la migración, ha exacerbado las presiones existentes sobre los recursos hídricos en la Américas.

Los efectos generales de estos cambios radican en los eventos meteorológicos extremos, tales como periodos prolongados de sequias e inundaciones extremas. Sin embargo, quizá una de las consecuencias menos debatidas (y menos dramáticas) son los impactos en la vida diaria y el sustento de la gente, por medio del gran número de sectores económicos que dependen de la cantidad y calidad de los recursos hídricos, tales como la producción de alimentos, la generación de energía, el abastecimiento de agua y la protección del medio ambiente. El IPCC

no es ajeno a lo anterior estableciendo recientemente que el CC originará una intensificación del ciclo hidrológico global y puede tener consecuencias importantes sobre los recursos hídricos regionales.

Se espera que el CC intensifique el estrés padecido por los recursos hídricos. Se estima que se alterará la estacionalidad de los flujos en regiones abastecidas por agua de nieve en las principales cordilleras, donde vive la sexta parte de la población mundial (CONAGUA, 2013).

2.4.3 El cambio climático y los recursos hídricos en México

En México existen previsiones que afirman que ningún estado del país estará exento de la escasez de agua, reducción de zonas agrícolas y enfermedades por contaminación. La escasez de agua será el primer indicio de la crisis del CC para México, según lo proyectado por científicos y autoridades encabezadas por el Nobel de Química 1995, Mario Molina, los cuales presentaron ante la comunidad internacional en París, Francia, su tercer comunicado sobre el CC, donde plantean que la sequía se agravara, se reducirán los espacios de aptitud para cultivo de maíz, mientras que ejidatarios y comunidades agrarias dueños de bosques, verán como estos ecosistemas y los áridos (entre ambos habitan ocho de cada 10 mexicanos), serán invadidos por la presión de la agricultura. Las superficies no aptas para el cultivo aumentaran (Miguel, 2008). Para el 2030 la disponibilidad de agua por mexicano será de apenas 11 % del mínimo adecuado que recomiendan los organismos internacionales (sólo 113 de mil metros cúbicos por año). La situación de México con respecto al agua disponible es crítica, ya que de América Latina, después de Argentina y Chile, es el tercer país de mayor consumo y es también uno de los países con menor disponibilidad per cápita de este líquido.

Sobre la base de los estudios y de los programas reseñados, se puede afirmar que el impacto directo del CC sobre los recursos hídricos presenta en México una particular relevancia para el proceso de desarrollo. Si el agua es ya asunto de seguridad nacional en nuestro país, lo será mucho más conforme avance el CC.

Esta circunstancia refuerza la necesidad de adoptar enfoques ecosistémicos para la gestión del agua (SEMARNAT, 2012).

La conservación del recurso agua no solo se refiere a cuidar la cantidad que se consume, ni a evitar en lo posible su contaminación, sino también a que las personas tomen conciencia sobre el origen y el comportamiento físico de este recurso, para lo cual es esencial comprender que se habita dentro de una cuenca hidrológica, una unidad física de cuyo buen manejo depende tanto la supervivencia como la calidad de sus habitantes (Martínez, 2004).

El Instituto Nacional de Ecología realizó una evaluación para el año 1995 y la proyectó al 2025, lo que arrojó como resultado que varios países pasaran de una situación de baja presión a una de escasez, los que ahora se encuentran en una situación de escasez pasaran a una situación crítica. En el caso de México se prevé que será el único país del continente que experimentara escasez de agua en casi todo el periodo. Por su parte el Instituto Internacional de Estocolmo cuyas siglas en inglés son SEI, elaboró un programa para evaluar los recursos hídricos en el mundo considerando un mayor número de variables e indicadores que integran un índice de vulnerabilidad por el agua y con base a un estudio realizado en 1997 se determinó un nivel de vulnerabilidad para el año 2025 por país. Bajo este estudio México aparece nuevamente con un nivel tendiente a baja confiabilidad en cuanto a la disponibilidad de agua. El país presenta un índice de vulnerabilidad elevado, que si bien no es el más alto, si se encuentra en una posición tendiente a ello.

Así mismo, en este documento se resumen varias evaluaciones y proyecciones realizadas para México, que muestran una mayor tendencia hacia un mayor uso del agua. Es decir, el consumo y aprovechamiento el agua ha sido ascendente desde los años cincuenta y la tendencia seguirá en la misma dirección hasta el año 2025. En este sentido se espera que los problemas del agua en el país se tornaran más agudos en las próximas dos décadas.

2.5 Metodología del análisis del cambio climático en la comunidad originaria de Cuilapam de Guerrero

2.5.1 Tipo de investigación

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, este método recoge información empírica y que por su naturaleza siempre arroja números como resultados, termina con datos numéricos y es fuerte en cuanto a la precisión del fenómeno mismo (Behar, 2008). Pero se utilizará también un poco de investigación de tipo cualitativa.

Hernández Sampieri (2006) considera cuatro tipos de investigación: exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa.

Los estudios exploratorios se efectúan, cuando el objetivo es examinar un tema o problema el estudio de acuerdo a este enfoque, podemos decir que parte de él será un estudio exploratorio ya que los análisis de los efectos del cambio climático a nivel regional son muy escasos, y mucho más a nivel local. Dada a la naturaleza del estudio será más profundamente un estudio correlacional, estos tipos de estudios tienen el propósito de medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables y después analizar la correlación existente entre ellas.

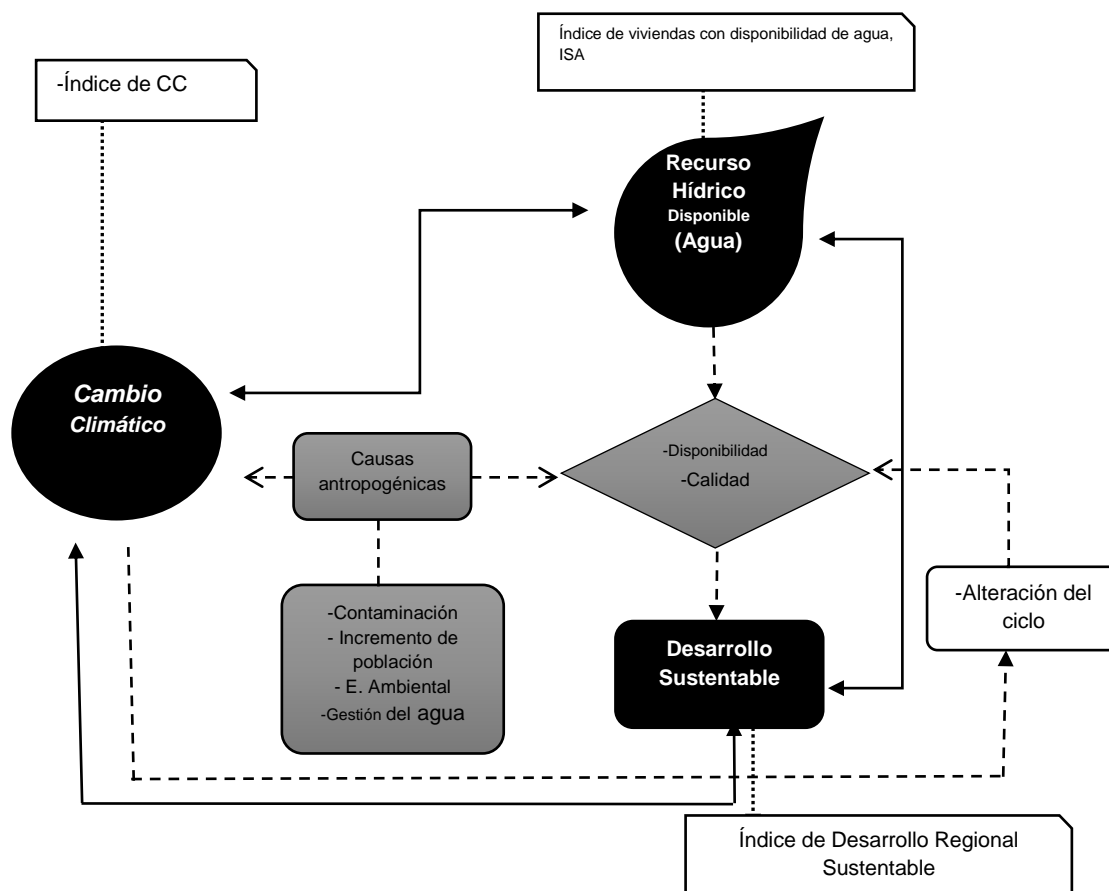
El objetivo de este trabajo como ya se definió anteriormente es: “Analizar los efectos del CC en los recursos hídricos y su impacto en el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero durante un periodo determinado”, en el cual se tratara definir la relación que existe entre el desarrollo sustentable y su variabilidad respecto al CC. Mediante esto se hace evidente la utilidad y el propósito de los estudios de tipo correlacional los cuales es saber cómo se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otra u otras variables relacionadas.

Así mismo se hizo uso de la investigación documental y de campo para complementar la información.

2.5.2 Modelo teórico

Como base para realizar este estudio se presenta el modelo teórico considerado (Figura 7), donde se establece las relaciones existentes entre las variables e indicadores que intervienen en el problema a abordar.

Figura 7.- Modelo teórico de variables e indicadores.



Fuente: Elaboración propia.

Según las teorías, cada camino de desarrollo socioeconómico, impulsado por las fuerzas de la población, la economía, la tecnología y el gobierno, da lugar a diferentes niveles de emisiones de GEI, las cuales se acumulan en el medio ambiente, y el constante aumento de dichas emisiones perturban el equilibrio natural del clima, dando origen al llamado efecto invernadero y a su vez al fenómeno conocido como CC (Teoría antropogénica del CC). Este es un fenómeno ha sido estudiado desde mucho tiempo atrás, en un principio los

investigadores consideraban, que este cambio de clima era natural y benéfico; con el paso de los años nuevos estudios han demostrado que debido a las diferentes actividades del hombre este fenómeno se ha acentuado haciendo variaciones extremas en el clima incidiendo negativamente en distintos aspectos básicos para el desarrollo de la sociedad, uno de ellos los recursos hídricos (el agua), sector en el cual este fenómeno se ha demostrado impactará tanto en la calidad como en la disponibilidad de este fundamental líquido y generará impactos negativos sobre el bienestar de la población. En el Índice de Desarrollo Humano (IDH) el cual representa la capacidad de las personas de búsqueda de oportunidades para mejorar sus condiciones, la reducción de los recursos hídricos pueden representar un factor que impida el logro de dicho bienestar, ya que dicha capacidad se puede ver afectada al prescindir de este importante recurso, es por ello necesaria la búsqueda de un nuevo camino para lograr el desarrollo que permita mejorar los sistemas económicos, sociales y ambientales, así como el aumento de su capacidad de adaptación. El acceso al agua potable es uno de los requisitos imprescindibles para lograr el DS en las regiones y naciones. El DS es un proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, que requiere la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo que se sustentan en el equilibrio ecológico y dan soporte a las formas de vida. Es posible reducir los impactos el impacto de las actividades humanas, se pueden mejorar notablemente los procesos productivos mediante la eficiencia, y disminuir el volumen del flujo de energías y materiales y suprimiendo las actividades cuyo impacto ambiental sea grave o irreversible. Junto a esa producción ecológica se necesita un modo de distribución basado en la equidad y en la justicia social, que garantice la satisfacción de las necesidades de generaciones presentes y futuras, tal como lo establece el DS.

2.5.3 Definición de variables e indicadores

2.5.3.a Índice de desarrollo regional sustentable del agua

Como uno de los aspectos de principales del presente trabajo son los recursos hídricos se procederá a calcular el índice de desarrollo regional sustentable del

agua denominado también índice ISA (Miguel, 2008); el cual es una combinación del índice de desarrollo humano (I_{DH}) y el factor agua (A) igual a:

$$I_{SA} = \frac{3}{4}(I_{DH}) + \frac{1}{4}(A)$$

Donde primero se calculará el índice de desarrollo humano utilizando la siguiente formula:

$$I_{DH} = \frac{1}{3}(Educacion) + \frac{1}{3}(Salud) + \frac{1}{3}(Ingreso)$$

Y como complemento para obtener el índice ISA se calcula el índice de consumo de agua utilizando la siguiente formula:

$$A = \frac{Q_{Cd} - Q_p}{Q_{máx} - Q_{mín}}$$

Dónde:

Q_{Cd} : Dotación de agua potable en la población

Q_p : Cantidad mínima de agua propuesta, la cantidad promedio al día por cada persona recomendada por la ONU, equivale a 150lts/persona/día.

$Q_{máx}$: Cantidad máxima de agua proporcionada en la población.

$Q_{mín}$: Cantidad mínima de agua proporcionada en la población.

En este caso como no se dispuso de información acerca de la cantidad de agua potable dotada a la población, por este hecho este indicador se sustituyó por la cantidad de viviendas con disponibilidad de agua y el volumen de extracción de agua.

2.5.3.b Índice de Cambio Climático (ICC).

En cuanto a este índice de Cambio climático se elaboró tres índices tomando diferentes criterios para su realización.

➤ Índice de cambio climático

Para determinar el Índice de Cambio Climático (I_{CC}), se consideran las variables siguientes:

- Consumo de Agua.
- Temperatura Anual en °C: mínima (T_{\min}), media (T_{med}) y máxima (T_{\max}).
- Precipitación Pluvial Anual en mm (P).
- Evaporización Anual en mm (E).

$$I_{CC} = \frac{1}{4}A + \frac{1}{4}I_T + \frac{1}{4}I_P + \frac{1}{4}I_E$$

Definiendo previo a su determinación, los siguientes índices:

Índice del consumo de agua (A):

$$A = \frac{Q_r - Q_p}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

En este caso

Q_r : Dotación de agua potable en la población.

Q_p : Cantidad mínima de agua propuesta, la cantidad promedio al día por cada persona recomendada por la ONU, equivale a 150lts/persona/día.

Q_{\max} : Cantidad máxima de agua proporcionada en la población.

Q_{\min} : Cantidad mínima de agua proporcionada en la población.

De igual manera que en el caso anterior, este índice se calculó sustituyendo la dotación de agua potable en la población por la cantidad de viviendas con disponibilidad de agua.

Índice Térmico (I_T):

$$I_T = \frac{T_r - T_p}{T_{\max} - T_{\min}}$$

En donde

T_r : Temperatura mensual media, promedio de la población (°C).

T_p : Temperatura mensual media, promedio en todas las ciudades (°C).

$T_{m\acute{a}x}$: Temperatura mensual máxima, promedio en la población (°C).

$T_{m\acute{i}n}$: Temperatura mensual mínima, promedio en la población (°C).

Índice de Precipitación Pluvial (I_P):

$$I_P = \frac{P_r - P_p}{P_{m\acute{a}x} - P_{m\acute{i}n}}$$

Para ello

P_r : Precipitación pluvial mensual promedio en la población (mm).

P_p : Precipitación pluvial mensual promedio en todas las ciudades (mm).

$P_{m\acute{a}x}$: Precipitación pluvial mensual máxima en la población (mm).

$P_{m\acute{i}n}$: Precipitación pluvial mensual mínima en la población (mm).

Índice de Evaporización (I_E):

$$I_E = \frac{E_r - E_p}{E_{m\acute{a}x} - E_{m\acute{i}n}}$$

Para ello

E_r : Evaporización mensual promedio en la población (mm).

E_p : Evaporización mensual promedio en todas las ciudades (mm).

$E_{m\acute{a}x}$: Evaporización mensual máxima en la población (mm).

$E_{m\acute{i}n}$: Evaporización mensual mínima en la ciudad (mm).

➤ **Índice de CC con emisiones**

Para la elaboración de este índice se siguió la metodología anterior, pero en este caso se elaboró un índice de emisiones de CO₂ de las viviendas de la zona metropolitana de Oaxaca y se agregó al ICC original de la siguiente manera:

Índice de Emisiones (I_{Em}):

$$I_{Em} = \frac{E_r - E_p}{E_{m\acute{a}x} - E_{m\acute{i}n}}$$

Para ello

E_r : Emisiones mensuales (KG/CO₂)

E_p : Emisiones mensuales promedio en la zona metropolitana (KG/CO₂)

$E_{m\acute{a}x}$: Emisión mensual máxima en la población (KG/CO₂)

$E_{m\acute{i}n}$: Emisión mensual mínima en la ciudad (KG/CO₂)

Quedando el ICC de la siguiente manera:

$$I_{CC} = \frac{1}{5}A + \frac{1}{5}I_T + \frac{1}{5}I_P + \frac{1}{5}I_E + \frac{1}{5}I_{Em}$$

Calculando además, para las variables de temperatura anual, precipitación pluvial anual y evaporización anual las medidas de tendencia central y de variabilidad, tales como la media aritmética, varianza y desviación estándar, nos pueden resumir los datos disponibles a lo largo del tiempo (Miguel, 2008).

➤ **Índice de cambio climático elaborado en base a la percepción de la población.**

Este índice se elaboró en base a las encuestadas aplicadas a la población en general y a los agricultores del municipio, dicho índice se sustenta en la pregunta número 3 del cuestionario dirigido a la población y la pregunta número 6 del cuestionario dirigido a los agricultores (ver anexos 1 y 2). Para su elaboración se calculó el promedio ponderado.

2.5.3.c Construcción de los índices.

Para la elaboración de los índices se primero se construyó la base de datos de la información recabada de la aplicación de las encuestas. Se calculó el promedio de cada una las preguntas, para posteriormente correlacionar cada una de las

preguntas entre sí. Esto con respecto con los índices elaborados con información primaria.

Para la elaboración de los índices con información secundaria se elaboró una base de datos con la siguiente información: viviendas con disponibilidad de agua, volumen de extracción de agua, IDH, temperatura, evaporización, precipitación, y emisiones, datos que se extrajeron de bases de datos del INEGI, CONAGUA, y CONAPO.

Para la construcción del índice de cambio climático, los datos de temperatura, evaporización, y precipitación fueron extraídos de las bases de datos de las estaciones hidrometeorológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional y en vista de que no existía información en la zona de estudio se procedió a tomar las estaciones más cercanas al área de estudio por lo que se tomaron datos de la Zona Metropolitana de Oaxaca, Zaachila y San Bartolo Coyotepec.

El cálculo de las correlaciones se realizó primero con ayuda de Excel, y el resultado fue corroborado con ayuda del Software SPSS.

2.5.4 Instrumentos para recopilar la información.

El área de estudio, en este caso es el municipio de Cuilapam de Guerrero, no cuenta con mucha información en las bases de datos existentes, la disponible se tomara de las bases de datos del INEGI, CONAGUA, y el Banco de agua. La demás información necesaria para el manejo de variables e indicadores se generó utilizando las diferentes herramientas existentes para recopilarla.

➤ Serie de datos primarios.

Encuesta: para lograr un mayor acopio de la información la encuesta puede ser un método viable, ya que se basa en el diseño y aplicación de ciertas incógnitas dirigidas a obtener determinados datos.

Para la presente investigación se elaboró una encuesta dirigida a 33 viviendas, y a 33 productores agrícolas de la localidad (Ver anexos 1 y 2).

Las encuestas y cuestionarios aplicados se dirigieron a dos grupos:

- La población en general: fue aplicado a la población de las diferentes localidades de la población.
- Agricultores: se entrevistaron a los agricultores de la comunidad.

2.5.5 Procedimiento de prueba de hipótesis.

Mediante el proceso de prueba de hipótesis se definirá si existe relación y en qué grado entre el Desarrollo Sustentable, los Recursos Hídricos y el Cambio climático. Esto se hará partiendo de los datos recolectados en las bases de datos ya existentes como la del INEGI y las bases de datos propias elaborados de las encuestas, entrevistas y cuestionarios usados.

Lo que se hace a través de la prueba de hipótesis es determinar si la hipótesis es consistente con los datos obtenidos en la muestra. Si la hipótesis es consistente con los datos, ésta es retenida como un valor aceptable del parámetro. Si la hipótesis no es consistente con los datos, se rechaza ésta (pero los datos no son descartados) (Cit. Wiersman en Hernández, 2006).

Para la prueba de hipótesis se utilizarán técnicas de estadística descriptiva (media, moda, varianza, etc.) y técnicas de estadística inferencial (análisis de correlación y regresión lineal). La elaboración de las bases de datos pertinentes se realizó con el programa Excel y el cálculo de las correlaciones correspondientes se realizó con la ayuda del Software SPSS el cual es una aplicación para el análisis de datos de tipo estadístico utilizado por instituciones gubernamentales, empresas y centros de investigación de todo el mundo.

Para la comprobación de la hipótesis general con datos secundarios se consideró lo siguiente:

- **H₁: El Cambio Climático impacta negativamente el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero, es decir, a mayor aumento del cambio climático menor nivel de desarrollo sustentable.**

Esta hipótesis es aceptada si la correlación realizada entre el índice de cambio climático y el índice de desarrollo sustentable, resulta con un valor de igual ó menor a - 0.50, y con una confiabilidad de al menos 90%, esto de acuerdo con la interpretación del coeficiente de correlación propuesto por Hernández Sampieri (2006).

Para la comprobación de la hipótesis general (H₁), la H₂ y la H₃ a través de la aplicación de los cuestionarios se considerara lo siguiente:

- **H₁: El Cambio Climático impacta negativamente el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero, es decir, a mayor aumento del cambio climático menor nivel de desarrollo sustentable.**

Esta hipótesis es aceptada si la correlación realizada entre el índice de cambio climático y el índice de desarrollo sustentable, resulta con un valor de igual ó menor a - 0.50, y con una confiabilidad de al menos 90%, esto de acuerdo con la interpretación del coeficiente de correlación propuesto por Hernández Sampieri (2006) (Ibíd). Dicha correlación se sustenta en las preguntas las preguntas número 3 y 6 de las encuestas aplicadas a la población.

- **H₂: El Cambio Climático impacta negativamente de manera significativa las actividades económicas, concretamente la agricultura, de la comunidad de Cuilapam de Guerrero, a través de la reducción de los Recursos Hídricos.**

Esta hipótesis es aceptada si la correlación entre el índice de cambio climático y disponibilidad del recurso hídrico para la actividad agrícola, resulta con una correlación de -0.50 o menos, y con una significancia de al menos 90% (Ibíd). Esta correlación se sustenta con las preguntas número 3 y 10 de las encuestas aplicadas a la población (Ver anexo 1).

- **H₃: El impacto negativo del cambio climático lo percibe de igual manera la población de la zona urbana que la población dedicada a la agricultura.**

Esta hipótesis es verdadera si la correlación entre el índice de cambio climático y disponibilidad del recurso hídrico para la actividad agrícola y la población, resultan con una correlación de igual a -0.50 o menos, y con una significancia de al menos 90% en ambos casos (Ibíd). Estas correlaciones se sustentan con las preguntas número 3 y 6 de la encuesta aplicada a la población, así como las preguntas 6 y 8 de las encuestas aplicadas a los agricultores (Ver anexo 1 y 2).

Finalmente se propone como hipótesis descriptiva la siguiente:

H₄: Existe en la comunidad un crecimiento de población, y por lo tanto de la mancha urbana, alto; tendencia que ayuda comprender la presión de los recursos hídricos en la comunidad.

Esta hipótesis es verdadera si la tasa de crecimiento de las viviendas es mayor a 2.5 de acuerdo a los siguientes criterios:

Crecimiento de la población	Interpretación
Menor de 1.9	Crecimiento a la baja
1.9 a 2.5	Crecimiento estable
Mayor de 2.5	Crecimiento alto o a la alza



III.- EL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DE CUILAPAM DE GUERRERO

3.1 Antecedentes

En el siglo XIII existía hacia el oeste, un asentamiento poblacional cercano a las faldas de Monte Albán cuyo nombre era Sahayuco (Saa=al pie o abajo y Yuco=monte, y que significa Pueblo al Pie del Monte). Sus propiedades llegaban hasta Zaáchila y lo que hoy conforma la ciudad de Oaxaca, cuyas raíces eran mixtecas y que hasta el año 1520 dominaban a la población Zapoteca; esta ciudad es lo que ahora conocemos como Cuilapam. Fue trasladada a su sitio actual en el año de 1555, sobre asentamientos zapotecas prehispánicos que datan del año de 1200 d.c. su nombre era Xaaquietoo (significa lo mismo que Sahayucu, pero en zapoteco). Debido a la fertilidad de sus tierras, buen clima y a la derivación del río Valiente en las montañas cercanas en el oeste, el municipio de Cuilapam de Guerrero; se convirtió en el Siglo XVI en un centro cívico poblacional, religioso y ceremonial de importancia, así como una zona de cultivo para proveer a la ciudad de Oaxaca. Fue otorgada por el Rey Carlos de España a Hernán Cortés, Marqués del Valle de Oaxaca, como una de las cuatro Villas de su jurisdicción, de acuerdo con esto la población se estableció en este lugar a instancias de Fray Domingo de Oguinaga.



Figura 8.- Papa Juan Pablo II en su visita a Cuilapam de Guerrero

En el año 1858 se crea el municipio de Cuilapam de Guerrero a raza indígena zapoteca. Para el 23 de marzo de 1858 se decreta una división permanente política y judicial del territorio del estado de Oaxaca; se registra como Santiago Cuilapam y pertenece al distrito centro, cuya cabecera municipal a partir de esta fecha es Cuilapam. El 23 de octubre de 1891 se decreta la división política judicial municipal y estadística de estado libre y soberano de Oaxaca y se registra como Santiago Cuilapam ayuntamiento del Centro con la categoría de villa. Fue hasta el 15 de Diciembre de 1942 que mediante el decreto 250 el estado de se divide en 570 municipios agrupados en distritos judiciales; se modifica el nombre y categoría política de la cabecera municipal la cual pasara a pertenecer al distrito centro como Cuilapam de Guerrero.

En el siglo XVI se construyó el ex-convento. Entre algunos hechos importantes suscitados en la comunidad se encuentran el 14 de febrero de 1831 cuando fue fusilado Vicente Guerrero; el 29 de enero de 1979 visita del Papa Juan Pablo II.



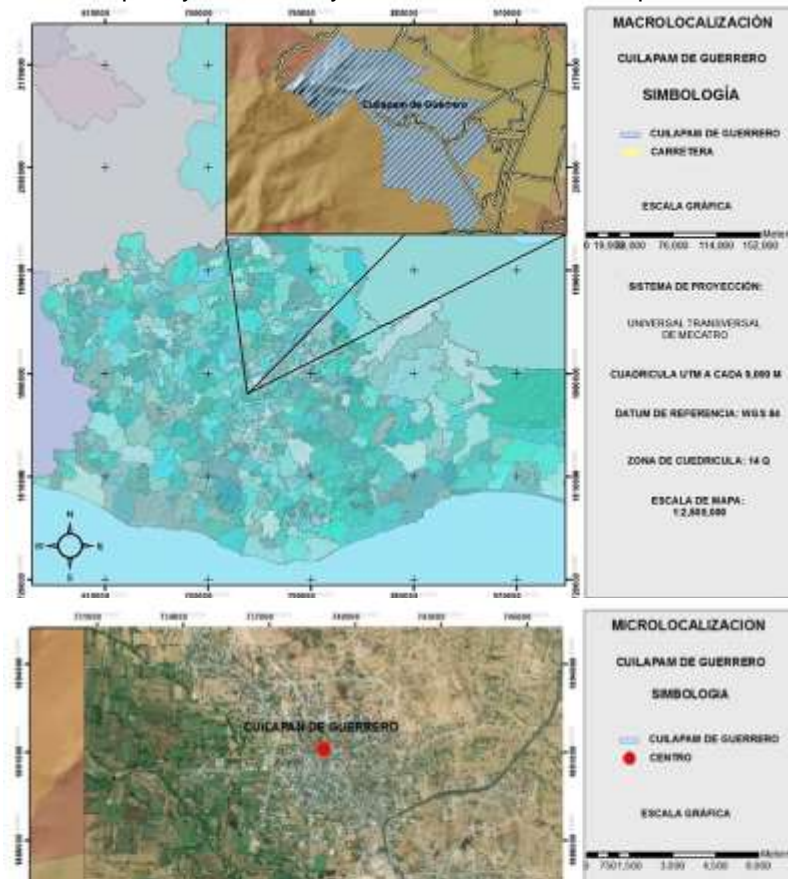


Figuras 9 y 10.- Ex-convento de Cuilapam de Guerrero y monumento a Vicente Guerrero

3.2 Ubicación geográfica.

Cuilapam de Guerrero se localiza hacia el sur de la nación en las coordenadas 17° 0' latitud Norte, 96° 47' longitud Oeste y una altitud de 1560 metros sobre el nivel del mar. Pertenece al distrito centro de la región Valles Centrales del Estado de Oaxaca. Colinda al norte con los municipios de San Andrés Ixtlahuaca, San Pedro Ixtlahuaca y Santa Cruz Xoxocotlán; al este con los municipios de Santa Cruz Xoxocotlán, San Raymundo Jalpan y Villa de Zaachila; al sur con el municipio de Villa de Zaachila al oeste con los municipios de Villa de Zaachila, San Pablo Cuatro Venados y San Andrés Ixtlahuaca. Ocupa el 0.05 % de la superficie del estado. La extensión total de la comunidad es de 49.965 km². Cuenta con 18 localidades y una población total de 18428 según la información del INEGI del Censo de Población y Vivienda 2010.

Mapa 1 y 2.- Macro y microlocalización de Cuilapam de Guerrero



Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales del INEGI.

La cabecera municipal es Cuilapam de Guerrero, y el municipio está compuesto por las siguientes localidades (Tabla 5), siendo las localidades de mayor importancia Cuilapam de Guerrero, Cruz Blanca, Lomas de San Juan, Ojo de Agua, colonia Los Ríos; las cuales suman 15841 habitantes conformando el 82.38% del total de la población.



Figura 11.-
Vista aérea del
municipio de
Cuilapam

Tabla 7.- Localidades de Cuilapam de Guerrero.

Entidad	Municipio	Localidad	Población
O A	C U	Rancho palo de lumbré	33
		Col. La Cieneguita	288
		Lomas de Rancho Quemado	40

X A C A	I L A P A M	Carrizal	302
		Manzano	397
		Tiracoz	345
		Ojo de Agua	472
		El Peñasco	281
		Reyes Zarate Ibáñez	15
	D E	Barrio el Rosario	33
		La Lomita	309
		El Tepeyac	288
		Libramiento a Jalpan	41
	G U E R R E R O	Primera Ampliación de Cruz Blanca	184
		Lomas de san Juan	901
		Acapiztla	43
		Estrella blanca	109
		Primera secc. barrio san Antonio	26
		Paraje Zavaleta	80
		Col. Los ríos	463
		Col. Los huertos	316
		Cuila pam de Guerrero	12360
		Cruz Blanca	985
		Arroyo Seco	N/D
		Búlmaro Silva	N/D
		El Arroyo	N/D
		Racho Quemado	117
		Rancho mis tres amores	N/D

3.3 Orografía

Al norte de la población penetra a su jurisdicción una de las secciones que se desprenden de la cordillera de la Sierra Madre y que dividiéndose en otras dos secciones una va hacia el sur sobre la cual se encuentra situado en el Rancho San Cristóbal perteneciente al municipio de San Pablo Cuatro Venados y la otra sigue al norte con los municipios pertenecientes al distrito de Etla. La cordillera de las montañas ya dichas y por la parte sur, desembarcando en las aguas del río Atoyac que nace en las montañas de este pueblo y los antes mencionados, cabe hacer mención que el municipio de Cuila pam el 60 % de su orografía se identifica por terrenos de lomerío dependientes de un 80 % de temporal. Se caracteriza por tener un terreno fragoso y escarpado.

3.4 Hidrografía

El suelo del municipio es regado por un ramal del Río Atoyac. La clasificación de su hidrografía es la siguiente: la región hidrológica a la que pertenece es a la Costa chica – Río verde, su cuenca es la del río Atoyac, y la subcuenta Atoyac-Oaxaca de Juárez, su corriente de agua es el Río Valiente el cual lleva una corriente de tipo intermitente; es decir que transporta agua solo durante una

fracción del año. Este río en su totalidad atraviesa por toda la cabecera municipal, siendo de gran importancia para la agricultura, y para el uso humano.

Figura 12.- Imagen del Río Valiente



Fuente: Elaboración propia.

3.4.1 Abastecimiento de agua

De acuerdo con el plan de desarrollo municipal 2008-2010 la fuente principal de abastecimiento de agua es el Río Valiente y se aprovecha mediante 9 tomas de derivación sin acoplamiento una de otra que se encuentra a lo largo de este. Además existen dos bordos de retención de agua (presas), una San Lucas y la otra el Rabollero, las cuales tiene la capacidad para regar de 150 a 185 ha y benefician entre 450-600 a pequeños productores (Tabla 6).

El sistema de riego predominante en la comunidad es el de gravedad por surcos y camellones. La determinación del momento de riego está fundamentada en el tandeo del agua, que en época de estiaje se amplía, y la experiencia de los productores, al considerar aspectos como el tipo de cultivo, la época del cultivo, la sequedad del suelo y la marchitez de la planta, entre otros.

Tabla 8.- Tomas de derivación sobre el Río Valiente, parajes regados y productores beneficiados.

Toma	Parajes que riega	Superficie	Productores beneficiados
------	-------------------	------------	--------------------------

La labor	La labor grande, la labor chica, el sabino, el zapote, la loma y la barranca	40	100
El carrizal	El carrizal	5	40
El ejido	Rancho quemado, arroyo el arco, rincón de los Fernández	10	40
El llano	Los Avendaño, el zapotal, la zanja de en medio, la lomita y la campesina	30	80
La escondida	La escondida, la campesina y santa bartolo	30	80
El coquito	El coquito y Los García	20	60
La rosita	La rosita y el moral	10	40
La huerta	La huerta	20-5	60-10
San Lucas	San Lucas	20-0	100-0
Total		150-185	450-600

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal Cuilapam de Guerrero 2008-2010.

La explotación de los mantos freáticos es mediante dos pozos profundos, el Rosario y San Lucas, con los que se riegan 25 ha; para el 2010 había aproximadamente 100 pozos a cielo abierto para el riego distribuidos en la comunidad con una capacidad aproximada de riego de 25 ha.

Tabla 8.- Pozos profundos de abastecimiento según hectáreas que riegan.

Pozos de abastecimiento	Superficie de riego (ha)
El Rosario (pozo profundo)	20
San Lucas (pozo profundo)	5
100 pozos noria	25
Superficie total:	50

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal Cuilapam de Guerrero 2008-2010.

El agua para uso humano es distribuida mediante sistemas de agua potable por secciones o grupos de secciones de la población. Su manejo y administración dependen de los sistemas de agua potable de la comunidad. Existe además un número indeterminado de pozos noria para suministro de agua a los hogares.

De acuerdo a datos de las tarjetas municipales de estadística básica con datos al 2007 se encontraron 1815 tomas domiciliarias.

3.5 Clima.

Los climas predominantes de la población son los siguientes: (A)C(w1) con 59.88% de la superficie total de la población y BS1(h')w con un 39.47%. con las siguientes características:

- (A)C(w1) Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.
- BS1(h')w Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.

3.6 Tipos y usos de suelo.

Los tipos de suelo que dominantes que encontramos en la población son los siguientes: Regosol con un 61.58 % de la superficie total, Vertisol con un 21.82 %, Luvisol, Phaeozem y Fluvisol, con un 9.75 %, 2.21 % y 1.24 % respectivamente. La textura predominante es la arenosa en un 67.65 de las parcelas, arcillosas con un 15.69 %, arcillo-arenosas en un 10.78 % y por ultimo las francas en un 5.88 %.

En la comunidad existe una escasez de tierra para su cultivo y una fragmentación acentuada, uso intensivo y erosión de los suelos. Algunas prácticas han sido abandonadas o parcialmente abandonadas por los productores, como las realizadas para conservar la fertilidad natural de la tierra, el abonado con residuos orgánicos, la rotación de cultivos y policultivos. Existe una influencia importante de la vertiente de Río Valiente sobre el tipo de suelos existentes en la población ya que se pueden identificar suelos del tipo vertisol en la parte baja, y en las de

mayor pendiente sin influencia del río se localizan suelos de tipo regosol en donde la capacidad de retención de humedad en el suelo disminuye considerablemente ambientada por otro tipo de vegetación.

Existe en la comunidad, un sistema de clasificación de suelos que ha sido generado por los propios productores y está basado en las propiedades relacionadas a la capacidad productiva. Ambos están determinados por la ubicación de los suelos en la comunidad y por su posibilidad de riego.

Los factores de importancia son la profundidad, topografía, color y textura. Los indicadores principalmente usados para identificar la fertilidad de la tierra son el rendimiento y la susceptibilidad al riego. La mayoría de los productores considera que en la comunidad no existen suelos de primera clase como tal, sin embargo, utilizan esta denominación para expresar que estos suelos son los mejores de la comunidad. En la Tabla siguiente (No 9) se presenta una clasificación local de los suelos de la comunidad.

Tabla 9. Tipos de suelos según su calidad y características.

Clasificación local	Suelos negros de humedad o yocuela 1ª calidad	Suelos amarillos, suelos barrosos 2ª calidad	Suelos semiarenosos o amarillos 3ª calidad	Tierra peñosa, suelos arenosos de lomerío o amarillo-rojizos 4ª calidad
Ubicación	Fondo del valle y márgenes del río	Fondo del valle	Suelos de lomerío	Suelos de pie de monte
Características	Suelos profundo, color café oscuro, textura franco arcillosa, fértiles, planos, aplican abono orgánico y son susceptibles de riego.	Suelos profundos, color café claro a oscuro, textura franco-arcillosa, planos, fértiles y aplican abono orgánico.	Suelos profundo, color café claro a oscuro, textura arenosa, con pendientes ligeras	Suelos muy desplegados color claro, textura arenosa con pendientes fuertes.
Usos	Fluvisoles y Vertisoles pellicos	Cambisol calcico	Cambisol cálcico y lithosoles	Regosoles.

El uso del suelo se clasifica de la siguiente manera (véase gráfica 3):



Un 59 % del total de la superficie se usa para la agricultura.

- Un 18 % es pastizal inducido.
- Un 16 % es la zona urbana
- Solo 7 % es zona de bosque

3.7 Perfil sociodemográfico

3.7.1 Población

El municipio de Cuilapam de Guerrero a través de los años ha tenido un alto crecimiento de la población, como se muestra en la siguiente tabla, de 1900 a la fecha se ha sextuplicado el número de habitantes de este municipio; teniendo una tasa de crecimiento del 1.57. Dicho crecimiento se aceleró a partir de 1995.

Tabla 9.- Datos históricos de la población del municipio de Cuilapam de Guerrero.

Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1900	Censo	3339	1588	1751
1910	Censo	3612	1803	1809
1921	Censo	3455	1720	1735
1930	Censo	3232	1596	1636
1940	Censo	3521	1716	1805
1950	Censo	3908	1937	1971
1960	Censo	4889	2421	2468
1970	Censo	5916	-	-
1980	Censo	9957	-	-
1990	Censo	8561	4148	4413
1995	Conteo	9404	4585	4819
2000	Censo	12812	6173	6639
2005	Conteo	15041	7223	7818
2010	Censo	18428	8824	9064

Fuente: INEGI.

En el último censo de población y vivienda, el Censo 2010 de INEGI, el municipio de Cuilapam de Guerrero se encuentra compuesto de una población de 18 428 habitantes en total, de los cuales 8 824 son hombres y 9 064 son mujeres. Con una densidad de población de 368.82 Habitantes/Km².



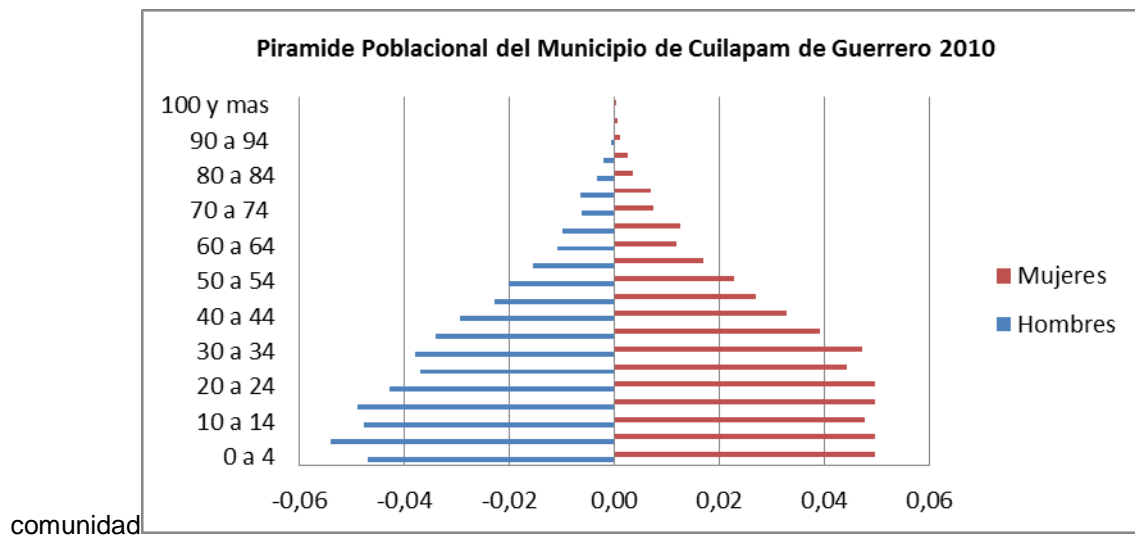
Figura 13.- Mujer originaria de Cuilapam

Como se puede observar en la pirámide poblacional de Cuilapam de Guerrero tenemos una pirámide de tipo expansiva, y tomando como referencia el criterio de las Naciones Unidas para clasificar las poblaciones según la importancia relativa del grupo de 65 años y más edad (Maldonado, 2005), el cual expresa que:

- Un peso menor a 4% en este grupo identifica a una población joven
- Del 4 al 7% una población madura o intermedia.
- Más del 7% corresponde a una población vieja

Tenemos que en Cuilapam en porcentaje de la población de dicho grupo tiene un valor porcentual del 6.33, por lo tanto se considera una población madura.

Gráfica 4.- Pirámide poblacional de la



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

Este municipio es de origen Mixteca, pero también tiene influencia Zapoteca, por lo cual se considera como un municipio con población indígena dispersa. El 11.30 % del total de la población habla alguna de estas lenguas indígenas, en su mayoría el Zapoteco.

En la tabla que sigue se muestra, como ha sido el crecimiento de la población indígena en el municipio.

Tabla 11.- Población Indígena de Cuilapam de Guerrero.

Año	P. Total	P. Indígena
1990	9804	248
2000	12812	668
2005	15041	1032
2010	18428	2083

Fuente: Cédulas de información básica de los pueblos indígenas de México consultadas en www.cdi.gob.mx/cedulas

3.7.2 Marginación y migración.

La marginación se puede definir como una situación de aislamiento o rechazo o trato de inferioridad en que vive una persona o grupo de personas a causa de la

falta de integración en un grupo o en la sociedad, así como también a la desventaja económica, profesional, política o de estatus social. En cuanto a esto encontramos que el índice de marginación en la comunidad del 2005 disminuyó de -0.47250 a -0.34806 en el 2010, manteniéndose en un grado de marginación medio.

Para el 2010 se identificó que el 95% de la población es originaria de la comunidad, existiendo un 5% de inmigración de personas provenientes de otros estados y del interior del estado de Oaxaca. Como resultado existe un proceso de urbanización en colonias y asentamientos irregulares hacia las colindancias con los municipios de Santa Cruz Xoxocotlán y San Raymundo Jalpan debido a la venta de terrenos ejidales que permite el asentamiento de personas ajenas a la comunidad. Actualmente este proceso se está acelerando generando nuevas colonias con población no originarias a la comunidad pero que sin embargo, por el hecho de habitar dentro de sus límites adquieren derechos.

En cuanto a la emigración se encontró que en el 75% de las unidades productivas, existe algún miembro de la familia que ha emigrado en alguna etapa de su vida, el 3% solo lo hace para continuar sus estudios profesionales, el resto con el fin de encontrar un empleo.

Según datos del Sistema de Información sobre Migración Oaxaqueña (SIMO) el saldo neto migratorio del 2000 al 2004 de la comunidad fue de 1069 personas.

De acuerdo con las cédulas de información municipal tenemos entre los indicadores de migración que la categoría migratoria intermunicipal esta en equilibrio, y el índice de intensidad migratoria específicamente a los Estados Unidos es de -0.47555, y por lo tanto se define el grado de intensidad migratoria como bajo. Esto es bueno ya que las estadísticas nacionales reflejan que la entidad tiene una categoría de expulsora de población elevada.

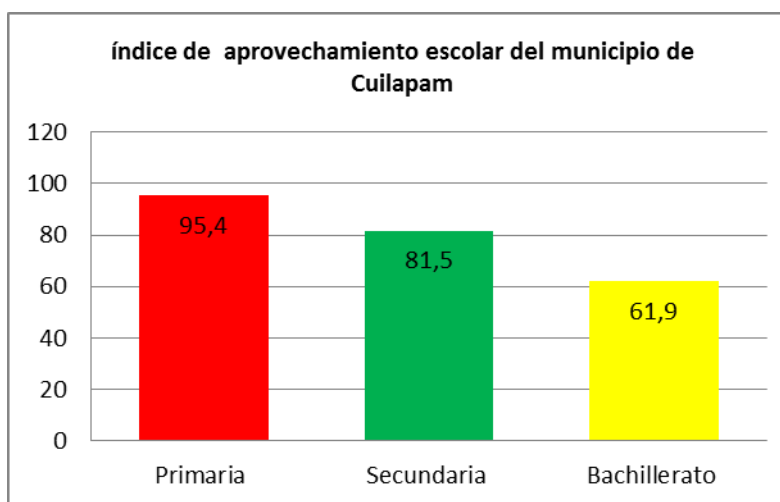
3.7.3 Educación.

Dentro del sector educación, tenemos que el porcentaje de población analfabeta de la comunidad ha ido disminuyendo a través de los años ya que en el 2000 la comunidad contaba con un 9.6 % del total de su población analfabeta, en el 2005 con un 8.59 % y para el 2010 este porcentaje descendió hasta 6.3 %, lo que representa una mejoría en la comunidad. Entre otras estadísticas encontramos que casi el 20% de la población tiene la educación primaria inconclusa.

Los índices de aprovechamiento escolar de primaria, secundaria y bachillerato, indican que la mayoría de jóvenes en edad escolar concluyen en mayor cantidad la primaria, un pequeño porcentaje ya no asiste en la secundaria y un poco menos de la mitad ya no asisten al bachillerato. Al graficar el índice se puede observar que a medida que el nivel educativo aumenta, también aumenta el número de desertores.

Dentro de la población existen 31 escuelas al servicio de la comunidad dentro del nivel básico y medio superior, de las que destacan las primarias Vicente Guerrero y Leona Vicario que se ubican en la cabecera municipal, así como las primarias Donají y Niños del Barrio de San Lucas, y la Escuela Secundaria Técnica # 66, que son las instituciones que contienen la mayor matrícula estudiantil, además del COBAO Plantel 32 que es la única escuela de nivel medio superior en la comunidad y que atrae a estudiantes de las comunidades circunvecinas.

Gráfica 5.- Índice de aprovechamiento escolar



3.8 Infraestructura social

3.8.1 Salud

El municipio cuenta actualmente con 4 unidades médicas de las que destacan la clínica que se encuentra en la cabecera municipal y la unidad médica del “El Rosario” la cual está afiliada al Seguro Popular. Cuenta además con una ambulancia al servicio de la comunidad con la que realizan los traslados necesarios de los pacientes.

Del total de la población 8 198 es población derechohabiente a los servicios de salud y 10 192 es población sin derechohabiencia, solo 3 398 pertenecen al IMSS y 1587 al ISSTE. El total de las familias beneficiadas por el seguro popular es aproximadamente cerca de 1645.

3.8.2 Abasto

El punto principal de abasto para la población es la ciudad de Oaxaca de Juárez más sin embargo existe en la comunidad un mercado municipal que se utiliza para el abasto de frutas, verduras y carnes donde el domingo es el día de comercialización principal. Además del mercado, en los últimos años se han realizado actividades económicas como el tianguis que se instala el día martes el cual se ubica frente al palacio municipal, y aún más importante, el baratillo que se realiza el día jueves a orillas del Río Valiente el cual empezó a funcionar en noviembre del año 2012 y que actualmente ha ido creciendo para convertirse en actividad económica importante y de grandes beneficios para la población.

Figura 14.- Baratillo de Cuilapam de Guerrero.



Fuente: Elaboración propia.

3.8.3 Servicios públicos

Los servicios públicos que el Ayuntamiento brinda a la comunidad comprenden los siguientes: agua potable, alumbrado público, recolección de basura, limpieza de vías públicas, seguridad pública, pavimentación, mantenimiento del mercado, de la unidad deportiva y de la biblioteca municipal.

En cuanto al servicio de drenaje, del total de las viviendas que hasta el 2010 eran 4428 solo 2530 son las que disponen de este servicio, y solo 1815 cuentan con tomas domiciliarias, esto conforme al Censo de Población y Vivienda 2010.



Figura 15.- Casa de la Cultura de Cuilapam de Guerrero

3.8.4 Vías de comunicación

El municipio cuenta con caminos pavimentados en un 70 % así como caminos y brechas de terracería revestidas. Se comunica a través de la carretera pavimentada al sur con el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán y la Ciudad de Oaxaca y al sur con el municipio de Zaachila. El municipio se conecta con otros municipios y regiones del estado a través de diferentes carreteras y caminos rurales.

3.9 Fiestas y tradiciones

En general la fiesta más grande de la población es la fiesta patronal al Santiago Apóstol o como muchos otros lo llaman el patrón del pueblo, esta feria se realiza dos veces al año en el mes de julio y enero. Así mismo casi en las mismas fechas se celebra la misma imagen pero el cual es llamado patrón del barrio al cual se le realiza un “Gasto” a cargo de un mayordomo y el comité de festejos. Otra de las fiestas más importantes es la realizada el 18 de Octubre celebrando a la imagen del Patrón San Lucas, a diferencia de las anteriores esta feria es anual.

Dentro de la población además de las mencionadas, se celebran diferentes imágenes, muchas de las cuales también les realizan dos gastos al año como a la

Virgen de Guadalupe, la Virgen de la Candelaria, Santa Cecilia, San Pedro y San Pablo, la Virgen de Juquila, Nuestra Señora de Belem, San Juan, etc.

Estas fiestas patronales y de barrios se acompañan de misas, posesiones, calendas, juegos pirotécnicos, rodeos, carreras de caballos, bailes, jaripeos, entre otras actividades. Las danzas tradicionales son la danza de la pluma, reconocida a nivel internacional por la Guelaguetza donde se reconoce a Cuilapam como cuna de la danza de la pluma.

Figuras 16 y 17.- Imágenes del Patrón Santiago Apóstol



Figura 18.- Danzante

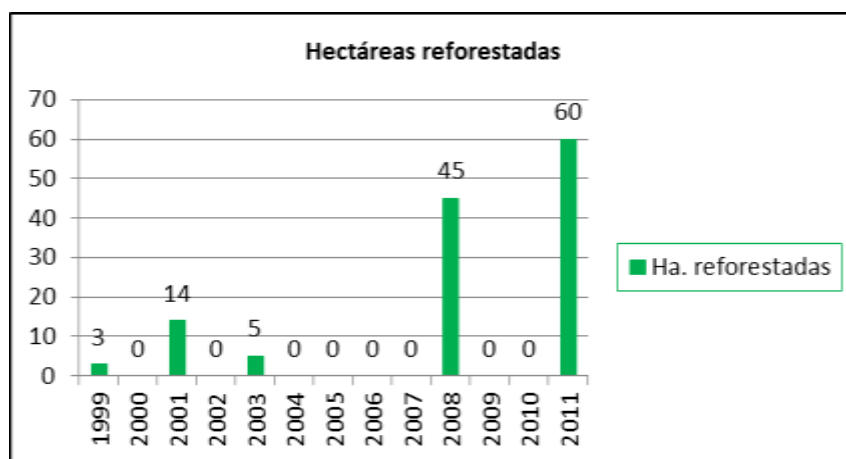
3.10 Aspectos del contexto ligados al desarrollo de la comunidad

3.10.1 Aspectos ambientales

➤ Superficie reforestada

En la comunidad de Cuilapam de Guerrero la iniciativa de reforestación comenzó a partir del año 1999 con tres hectáreas reforestadas, a partir de entonces en los años posteriores se siguió reforestando. Los años más significativos para la reforestación fueron el 2008 y el 2011, a continuación se presenta una gráfica con respecto a los años y las superficies reforestadas.

Gráfica 6.- Áreas reforestadas por año en la comunidad.



Fuente: Elaboración propia con datos de los anuarios estadísticos estatales (AEE).

➤ Árboles plantados

Los árboles plantados para las hectáreas reforestadas fueron los siguientes (AEE):

- 1999: 3 hectáreas, 3000 árboles
- 2001: 14 hectáreas, 14340 árboles
- 2003: 5 hectáreas, 5400 árboles
- 2008: 45 hectáreas, 49500 árboles
- 2011: 60 hectáreas, 61580 árboles

➤ **Volumen de residuos sólidos recolectados**

En base a la información del anuario estadístico estatal 2012, se tiene que el volumen de residuos sólidos recolectados en la población asciende a mil toneladas y son depositados en el basurero municipal de la población el cual tiene una capacidad de 4 hectáreas en superficie y 35255 en metros cúbicos. Para su traslado solo se contaba con un vehículo recolector, actualmente se cuenta con tres.

Lamentablemente en la comunidad no realizan un manejo adecuado de residuos sólidos, ni realizan una separación estos, simplemente se recolecta la basura, se traslada al basurero y finalmente se quema, esto también representa una fuente importante de contaminación que coadyuva al proceso del CC. Además la ubicación de este basurero es en la zona alta de la población, lo que hace que cuando llueva el agua arrastre posibles contaminantes hacia las zonas de recarga.

Figuras 19 y 20.- Basurero municipal de Cuilapam de Guerrero.



Fuente: Elaboración propia.

➤ **Incendios forestales y superficies dañadas.**

Uno de los problemas que son frecuentes y que agudizan más el fenómeno del CC son los incendios forestales los cuales llegan a consumir a veces un gran número de hectáreas destruyendo gran cantidad de árboles y emitiendo grandes

cantidades de CO₂ a la atmósfera. Con respecto a este problema la comunidad de Cuilapam no se encuentra exenta. Por ejemplo, en el 2011 se registraron 3 incendios forestales, en los cuales la superficie total siniestrada ascendió a 81 ha. (40 en áreas de arbustos y matorrales y 41 área de pastos); para el 2012 estos incendios disminuyeron, por lo cual en este años solo se registró uno donde la superficie dañada fueron alrededor de 15 hectáreas de pastos.

➤ **Cambios en los usos del suelo.**

Los cambios de uso de suelo es otro de los factores que hay que tomar en cuenta y que influye tanto en el CC como en la disponibilidad del agua. El uso del suelo es el resultado de la actividad del hombre sobre la cubierta de suelo; todos estos procesos desencadenados por las actividades humanas generan una serie de fenómenos que ejercen una presión constante hacia los suelos, reduciendo así su capacidad para sostener ecosistemas naturales o modificados, para mantener o mejorar la calidad de aire y el agua, y preservar la salud.

En la comunidad de Cuilapam este problema se está dando de forma acelerada al comenzarse a poblar importante zonas agrícolas y de recarga de mantos acuíferos; o la invasión del río para la práctica de actividades económicas como el baratillo el cual se instaló a sus orillas, la agricultura y el saqueo de materiales para la construcción.

Figuras 21 y 22.- Urbanización en zonas importantes de agricultura y recarga de agua



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23.- Baratillo de Cuilapam de Guerrero.



Fuente: Elaboración propia.

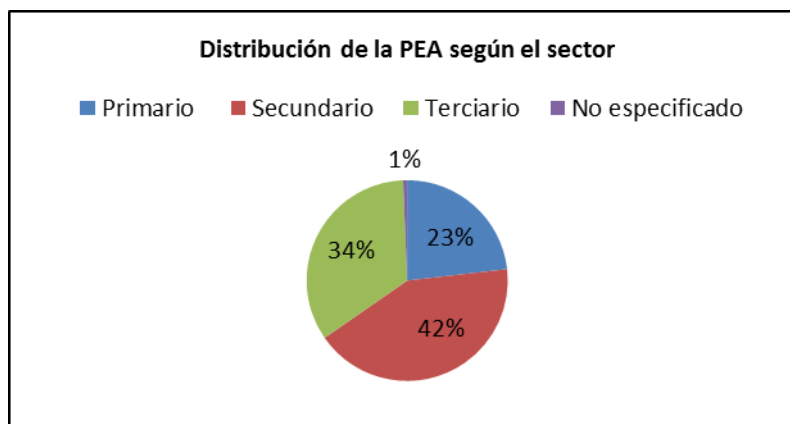
3.10.2 Aspectos económicos.

➤ Población económicamente activa (PEA).

La población económicamente activa de un lugar es la cantidad de personas que se han integrado al mercado de trabajo, es decir, la parte total que participa en la producción económica.

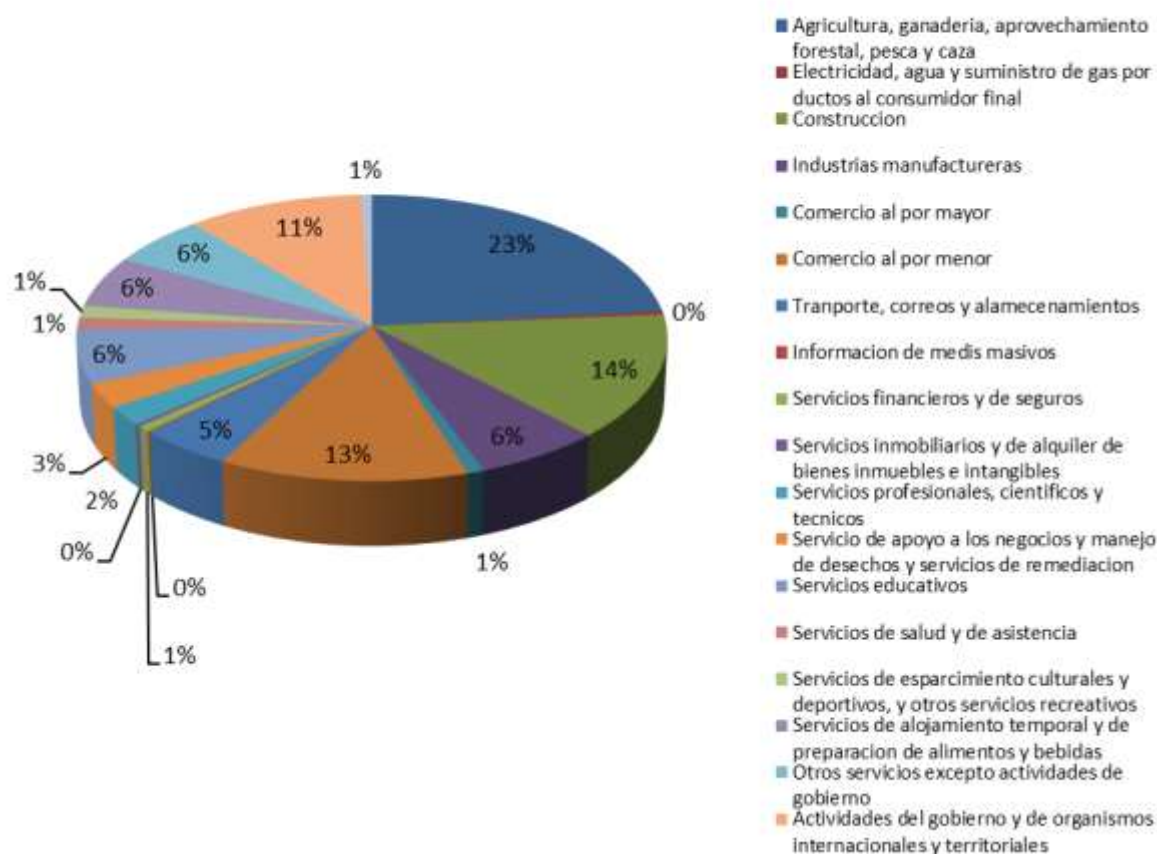
Para el 2010 la población económicamente activa de Cuilapam es igual a 6919 personas de las que, 6731 se encontraban ocupadas y 188 desocupadas. La cual según su distribución por sector y subsector es la siguiente:

Gráfica 7.- Distribución de la PEA por sector.



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo Económico 2010, INEGI

Gráfica 8.- Distribución de la PEA por subsector.



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Información y Estudios de Oaxaca. www.bieoaxaca.org

Es claro que una de las actividades predominantes en la población es la agricultura lo que hace que la población sea en gran medida vulnerable al fenómeno estudiado.

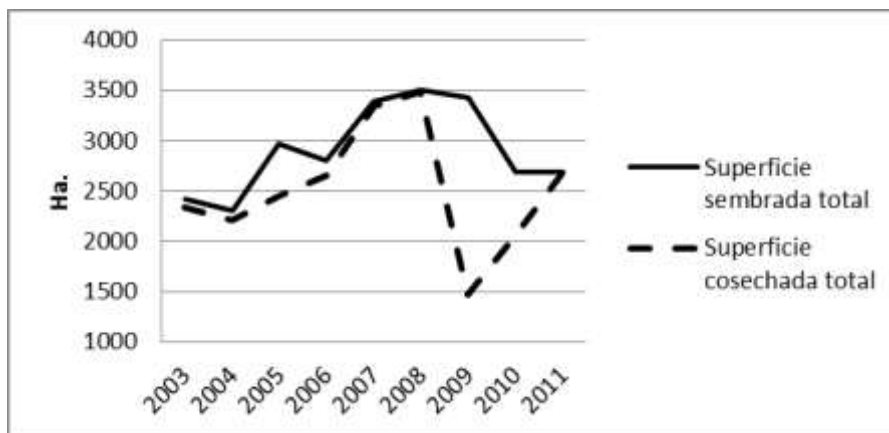


Figura 24.-Carretero de Cuilapam de Guerrero, 1968.

➤ **Superficie sembrada y cosechada total.**

Se comparó y se mostró que la superficie cosechada siempre es menor que la superficie sembrada total aspecto que no es muy relevante (Gráfica 10), más sin embargo, se presentan tres años en la que esta relación si presenta una diferencia significativa el 2005, 2006 y 2009. Siendo este último año en donde de la superficie total que se sembró, se cosechó menos de la mitad; para ese año se sembró una superficie de 3431 Ha. y solo se cosechó cerca de 1469 Ha. poco menos de la mitad.

Gráfica 9.- Superficie sembrada y cosechada de la comunidad.

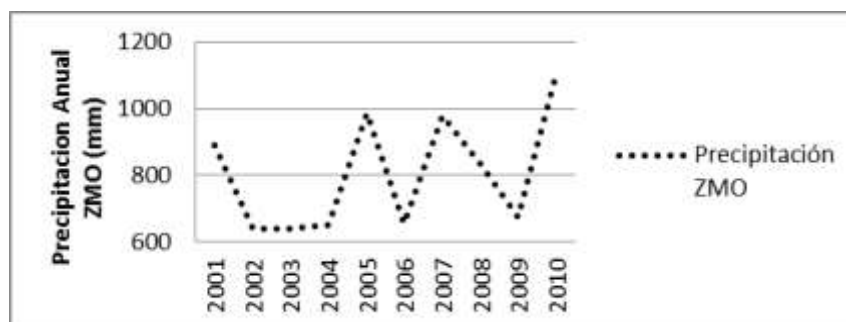


Comparando esta gráfica con la de las precipitaciones anuales de la ZMO (Gráfica 11) podemos observar que fue el año 2009 donde se cosechó menos de la mitad de la superficie

sembrada.

Las precipitaciones anuales fueron muy bajas, así mismo en los años del 2008 y 2007 las precipitaciones fueron abundantes y por lo tanto la superficie que se sembró se cosechó casi en su totalidad.

Gráfica



10.-

Precipitaciones anuales (ZMO)

Fuente: Elaboración propia con datos López, 2008.

Para el 2010 se observó una precipitación elevada más sin embargo la superficie cosechada no fue la esperada con respecto al área sembrada lo que da lugar a suponer que también un exceso de agua influye de manera negativa en los cultivos.

Al inicio de este trabajo también se puso como ejemplo la producción del maíz y se comparó con las precipitaciones anuales, de igual forma se observó que cuando las precipitaciones eran menores la producción de maíz disminuía.

Así mismo, es conveniente señalar que no solo la disminución de las precipitaciones es causante de la baja producción, también pueden suceder otros fenómenos como las heladas, la neblina, incluso un aumento elevado de las precipitaciones, las cuales pueden dañar a los cultivos.

➤ **Valor de la producción agrícola.**

El valor de la producción agrícola total que se genera en la comunidad se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 12.- Valor de la producción agrícola por año.

Año	Valor de la producción agrícola total (miles de pesos)
2003	14970
2004	9095
2005	16725
2006	16668
2007	26016

2008	26643
2009	15441
2010	20409
2011	20204

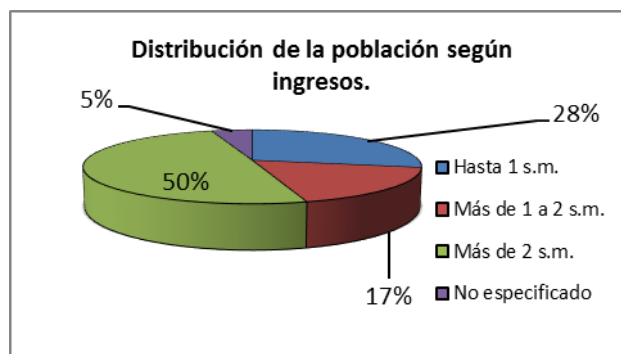
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Como se indica en la tabla los años en que el valor de la producción fue menor fue el 2003, 2004, y 2009 que también coincide con los años que hubo menor precipitaciones y menor cosecha.

➤ **Población Ocupada y su distribución porcentual según ingresos.**

La población ocupada porcentual puede dividirse de acuerdo a los ingresos, al sector, a las horas trabajadas, a la posición en el trabajo, entre otras. En este caso se presenta la población ocupada y su distribución porcentual según los ingresos y se representa en la siguiente gráfica.

Gráfica 11.- Distribución de la población ocupada



Fuente: Anuario estadístico estatal 2012-2013, INEGI.

Como podemos observar en el año 2011 la mitad de la población ganaba en promedio más de 2 salarios mínimos, es decir más de 113 pesos tomando en cuenta que el valor del salario mínimo en ese año para la zona C, que es donde pertenece el estado de Oaxaca, es de \$57.60. Poco más de un cuarto de la población ganaba, si acaso, un salario mínimo, el 17 % del total de la población llegaba a ganar entre 1 y 2 salario mínimos.

➤ **Cobertura de las empresas situadas en la población.**

De acuerdo con el Censo Económico 2010, en la población de Cuilapam de Guerrero nos encontramos con 614 unidades económicas productivas pertenecientes a los distintos sectores y subsectores económicos. Distribuidas de la siguiente manera:

- 3 dentro de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final
- 100 industrias manufactureras
- 10 que se dedican al comercio al por mayor
- 315 dedicadas al comercio al por menor
- 2 dentro del ámbito de información en medios masivos
- 1 en el ámbito de servicios financieros y de seguros
- 5 de servicios profesionales, científicos y técnicos
- 14 de Servicios apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación.
- 15 dentro de los servicios educativos
- 26 dentro de los servicios de salud y de asistencia social
- 11 dentro de los servicios de esparcimientos culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
- 54 en el servicio de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
- 51 ubicadas en otros servicios excepto actividades gubernamentales
- 3 que se ubican dentro de las actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales

3.10.3 Aspectos sociales

Los aspectos sociales también son un elemento importante en este estudio, por ello se hace una breve descripción de cómo se encuentra la población con respecto a estos.

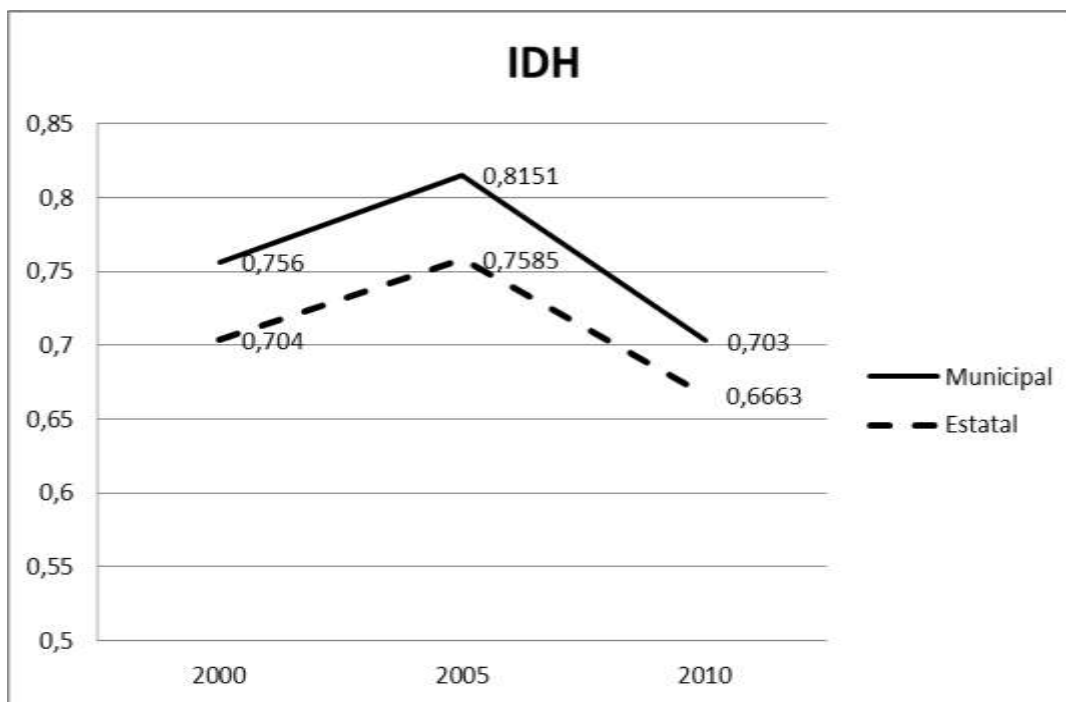
➤ **Población derecho-habiente a servicios de salud**

La población derechohabiente a los servicios de salud es aquella a la que se le brinda los servicios de salud por parte de una institución pública como el ISSTE, el IMSS o el seguro popular. Para el 2010 en el municipio el porcentaje de la población que es derechohabiente correspondió al 44.49% del total de la población, es decir, 8 198 personas, quedando el 55.31 de población abierta.

➤ **Índice de desarrollo humano**

El IDH es un indicador de desarrollo humano que se puede determinar por país, estado o municipio elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNDU). Este indicador se compone de tres parámetros: salud representada por la esperanza de vida al nacer, educación representada por la tasa de alfabetización de adultos, y la riqueza representado por el PIB per cápita. Mediante esta metodología fue calculado el IDH para la población de Cuilapam de Guerrero, teniendo los siguientes valores: para el 2000 su IDH fue de 0.756 con un grado medio alto y para el 2005 su valor fue de 0.8151 con un grado alto.

Gráfica No. 12.- Índice de desarrollo humano municipal y estatal.



Fuente: elaboración propia con datos del CONAPO.

Al comparar el IDH del municipio de Cuilapam con el IDH estatal (Gráfica 13) podemos observar que éste se encuentra por encima del estatal durante los años 2000 y 2005.

Para el año 2010 la metodología para calcular este índice cambió se hicieron ajustes en los parámetros, y se definieron en cuatro niveles bajo, medio, alto y muy alto. IDH de Cuilapam según el documento de la UNDP “Índice de desarrollo humano: nueva metodología”, encontramos que tiene un valor de 0.73 catalogado como muy alto.

➤ Consumo de agua

El consumo de agua en la población es otro aspecto importante en el 2012 se registraron un total de 67 fuentes de abastecimiento de agua, de las cuales 57 corresponden a pozos profundos, 4 son ríos, otras once fuentes no especificadas. Mediante estas fuentes de abastecimiento de agua se extraen alrededor de 1130 metros cúbicos, de los cuales 755 se extraen de los pozos profundos, 157 del río

y 219 de las otras fuentes no especificadas. Tomando estos datos se calcula hay una disponibilidad de 0.061 m^3 de agua lo que equivale a un aproximado de 61.31 litros por persona diarios (considerando que los 18428 habitantes de la población tengan acceso al agua). Estos datos son sin tomar en cuenta los pozos norias existentes en la comunidad.

➤ **Disponibilidad de agua potable**

En cuanto a la disponibilidad de agua en la población en el censo de población y vivienda 2010 se censaron 4002 viviendas de las cuales 389 contaban con agua entubada dentro de la vivienda, 922 cuentan con agua entubada fuera de la vivienda pero dentro del terreno, 786 con agua entubada de llave pública (o hidratante, 19 que acarrear agua entubada de otra vivienda, 700 que adquieren agua de pipa, 1179 que contienen agua proveniente de pozo, río, lago, arroyo u otro. Esto indica que cerca del 47 % del total de las viviendas censadas no disponen de agua potable. El total la población que tiene acceso al agua potable es alrededor de 9717 personas, que equivale poco más del 50% de la población total que habita en la comunidad. Se encuentran registrados 6 comités de agua y 1815 tomas de tipo domiciliar.



IV.- LA PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COMUNIDAD DE CUILAPAM DE GUERRERO

4.1 El crecimiento de la mancha urbana en la comunidad de Cuilapam de Guerrero

Con base a la información de los censos de población y vivienda del INEGI, así como con la ayuda de Software de Mapa Digital de la misma institución, se calculó el crecimiento de la mancha urbana de Cuilapam de Guerrero para el periodo 1990-2010. Para medir el crecimiento de la mancha urbana se puede utilizar diversos criterios, por lo tanto dicho crecimiento puede expresar en base a la población, al número de manzanas, al área de la mancha, o el número de viviendas.

A continuación, en la tabla 16, se resume el crecimiento de acuerdo a los criterios expuestos anteriormente:

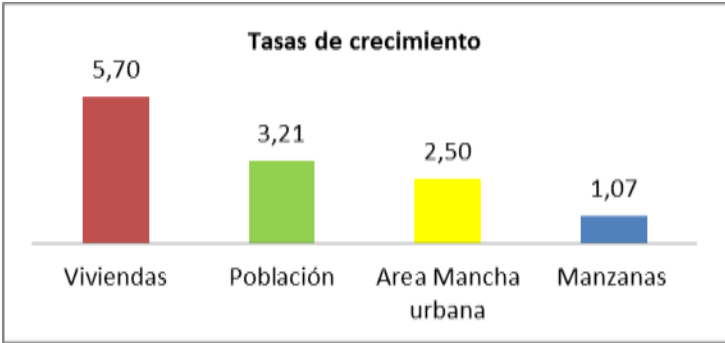
Tabla 16- Crecimiento de la mancha urbana del Municipio de Cuilapam de Guerrero, 1990-2010.

Municipio	Año	Población total	Total de viviendas	de Total Manzanas	de Área (Km2)
Cuilapam de Guerrero	1990	9804	1839	—	—
	2000	12812	2778	122	—
	2005	15041	3391	141	8.09
	2010	18428	5569	151	16.83
Tasa de crecimiento	1990-2010	3.21	5.70	1.07	2.5

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Graficando las tasas de crecimiento, tenemos lo siguiente:

Gráfica 42.- Tasas de crecimiento de la mancha urbana.



Como podemos observar la tasa de crecimiento más alta es la tasa de crecimiento de viviendas 5.7, la cual se considera alta, ya que por ejemplo, del 2005 al 2010 casi se duplicaban el número de viviendas. En cuanto a la tasa de crecimiento de población del municipio de Cuilapam de Guerrero es de 3.21 para el periodo 1990-2010, lo cual de acuerdo a la escala establecida se considera como alta, es decir, el crecimiento de la población va a la alza. Con respecto al número de manzanas, el crecimiento se nota más lento, más sin embargo hay que tener en cuenta que el tamaño en área de cada una de las manzanas varía (Mapa 3).

Mapa 3.- Crecimiento de la mancha urbana de Cuilapam de Guerrero, 2000-2010.



Fuente: Elaboración propia con ayuda del Software Mapa Digital del INEGI.

En las fotografías que se muestran a continuación se comparan algunas de las áreas del municipio de algunos años atrás con la actualidad, notándose un importante crecimiento.

Figura 24.- Entrada al del municipio de Cuilapam, 1994.



Figura 25.- Entrada al municipio de Cuilapam, 2015.



Figura 26.- Barrio Guadalupe, 2005.

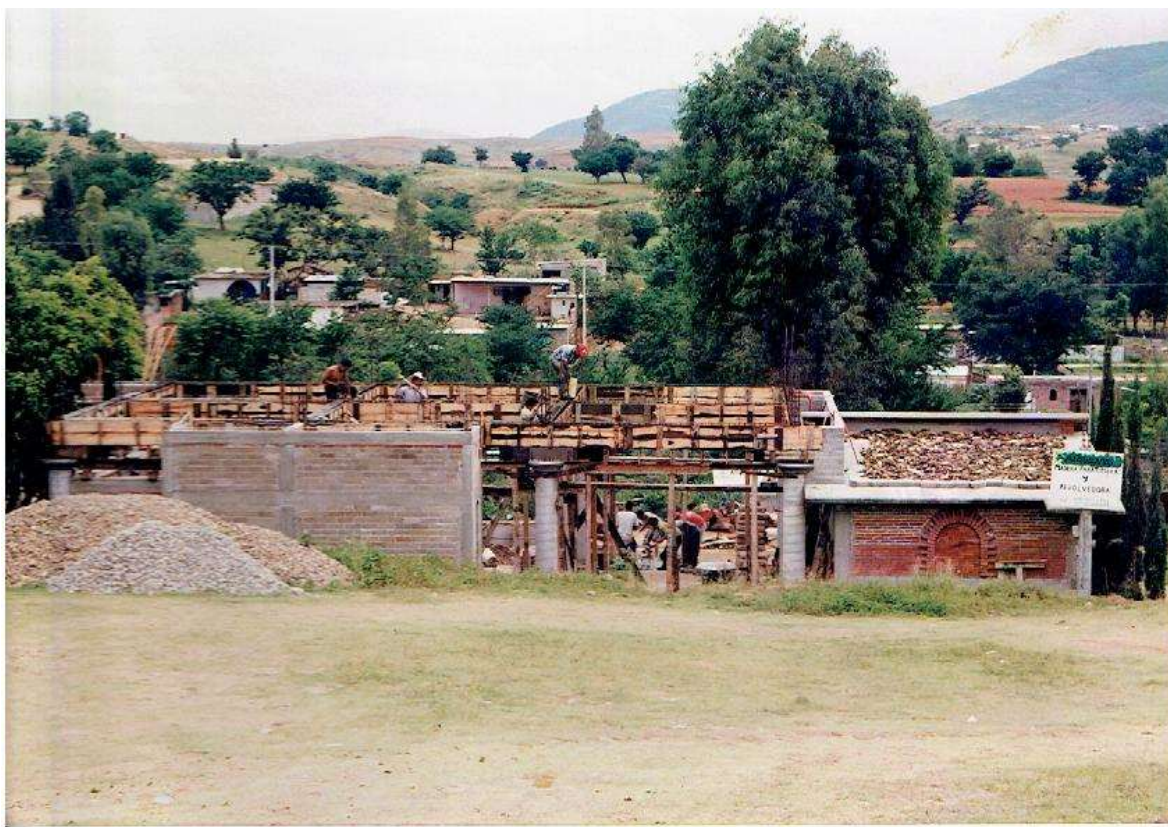


Figura 27.- Barrio Guadalupe, 2015.



En términos del área, se realizó el cálculo del 2005 al 2010, y se tiene que el crecimiento del área es aproximadamente de 2.5 ha. por año. Este crecimiento de la población y del número de viviendas se está dando a un ritmo acelerado, por lo requiere una demanda mayor de servicios por parte del municipio, entre ellos el agua, lo que provoca que se genere una mayor extracción de este vital líquido en la comunidad, lo que se puede reflejar posteriormente en los niveles de desarrollo alcanzados.

Además de esto, la urbanización que se genera por el mismo crecimiento de la población incrementa la fuga de superficie (la fuga de agua de lluvia que ocurre cuando llueve) debido a la existencia de más superficies impermeables, tales como pavimentos y edificios que no permiten la filtración de agua a través del suelo hasta la acuífera y por lo tanto da como resultado la disminución de las capas freáticas.

4.2 La percepción del cambio climático de los ciudadanos de la comunidad originaria de Cuilapam de Guerrero

4.2.1 Datos generales de la población encuestada

Las encuestas fueron aplicadas a dos sectores, la población en general y los agricultores, se determinó así ya que estos sectores debido a su naturaleza presentan diferentes características y necesidades. Las encuestas aplicadas se enfocaban a evaluar la percepción que estos tenían sobre el CC (ver anexo 1 y 2), y como ellos notaban el nivel de disponibilidad del agua, así como también se le preguntó sobre el cuidado hacia el medio ambiente.

El primer sector encuestado fue la población, donde el 64 % de las personas encuestadas fueron mujeres mientras que solo un 36 % eran hombres, esto debido a que en Cuilapam gran parte de los hogares tienen dependencia

económica de los hombres por lo cual en muchos de los casos no estaban disponibles para la aplicación de la encuesta.

La edad que presentaban las personas en su mayoría (61%) era entre 25 y 50 años, solo un 21% contaba con más de 50 años, un 15 % tenía entre 18 y 25 años, y solo un 3% eran menores de edad aproximadamente se encontraban entre los 15 y 17 años.

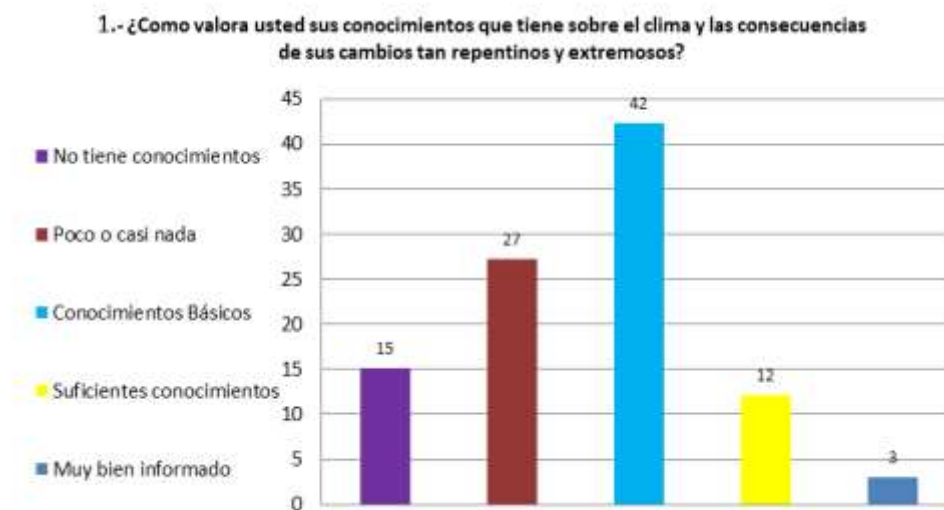
En cuanto al nivel de ingreso se obtuvo que la mayoría de las personas (55 %) reciben entre 2 y 4 salarios mínimos, el 36 % reciben de 1 a 2 salarios mínimos y solo el 3 % quienes presentan una mejor situación reciben más de 4 salarios mínimos, el 5 % restante de las personas encuestadas no quiso contestar debido quizá por desconfianza.

En cuanto al nivel de la escolaridad se tiene que la población de estudio la mayoría en general solo cuenta con la educación básica, donde el 30 % solo tiene la primaria, en muchos casos de las personas que cuentan solo con este nivel educativo lo tienen inconcluso. El 27 % cuentan con bachillerato, un 18 % tienen la secundaria y un 24 % ya cuentan con estudios profesionales. En la población de estudio no se encontraron personas con estudios de Posgrado.

4.2.2 La percepción del cambio climático por parte de la población de Cuilapam de Guerrero

Un dato importante para el estudio, fue saber si las personas tenían algún conocimiento sobre el cambio climático por ello, a manera de que se les hiciera más familiar, se les pregunto cómo valoraban los conocimientos que tenían sobre el cambio del clima y las consecuencias que este tiene al ser tan extremo en ocasiones (Ver Gráfica 13), a lo que la mayoría de las personas (42%) contestó que tenía conocimientos básicos sobre este tema, generalmente proveniente de la televisión o noticias.

Gráfica 13.- Pregunta 1 (P²)



El 27 % dijo saber poco o casi nada, un 15 % mencionó no tener conocimiento algunos sobre el tema, un 12 % dijo que si tenía suficientes conocimientos sobre este fenómeno, y solo un 3 % presumió de este estar muy bien informada. En cuanto a esto consideramos que aproximadamente un tercio de la población no tiene suficientes conocimientos acerca de los que es o implica el cambio climático, o sus causas y consecuencias.

Por otra parte, para determinar, según la percepción de los pobladores, cuales sectores que se mostraban más afectados por las variaciones climáticas se les pregunto qué sector según su opinión era el más afectado, tomando en cuenta la agricultura, la economía y la salud, un 45 % comentó que todos estos eran afectados mientras que un 42 % mencionó que el más afectado sin lugar a duda era la agricultura.

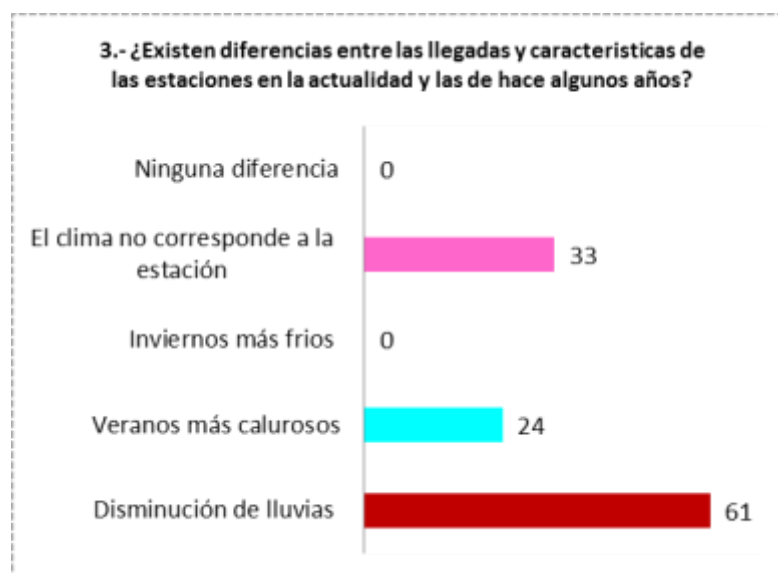
² P: Encuesta aplicadas a la población.

Gráfica 15.- Pregunta 2 (P)



Los sectores que fueron mencionados en menor proporción fueron la salud con un 12 % y la economía con solo un 3 %. El hecho de que la población note un mayor impacto del clima sobre la agricultura es porque la mayoría de las familias de Cuilapam de Guerrero practican la agricultura por lo menos para su autoconsumo.

Gráfica 16.- Pregunta 3 (P)



Para saber si las personas percibían un cambio notable en el clima a través de los años se les cuestionó si notaban diferencias entre las llegadas y características de las estaciones climáticas y las de hace algunos años, al preguntárseles se les comentó que compararan las épocas de su niñez o juventud con las de ahora. En general todas las personas comentaron que si había diferencias, la mayoría comentó que estas se notaban en relación a las lluvias, presentándose una disminución de ellas (Ver Gráfica 16).

El 33% de la Población comentó que en estas diferencias se notaban en el hecho de que el estado del clima no correspondiera a la estación en la que se presentaban. Por ejemplo comentaron que habían notado lluvias fuera de tiempo, o la disminución del frío en invierno.

Así mismo, un 24% de las personas encuestadas mencionaron que ellos notaban más un aumento de temperatura, y que por ende los veranos se presentaban cada vez más calurosos, esto como se mencionó al inicio de la investigación es ya una evidencia del CC, ya que se ha demostrado que en los últimos años la temperatura a aumentando en un aproximado de 2 °C.

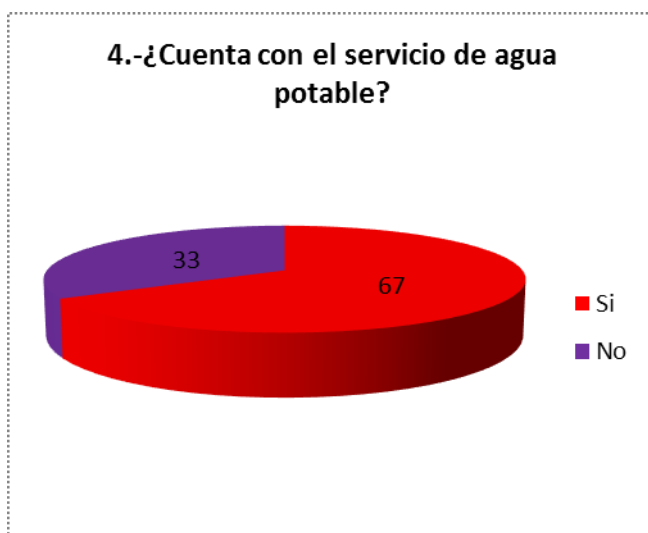
Entre algunos comentarios que las personas hicieron respecto a estos temas mostramos los siguientes:

- 🌈 El río llevaba mucha agua, se hacían grandes pozas en las que la gente se iba a bañar.
- 🌈 Había muchos arroyos u ojitos de agua, ya varios se han secado.
- 🌈 El pozo del aile era un ojo de agua grande, ahorita ya se hizo chiquito y se está hundiendo cada vez más.
- 🌈 Había muchos cerramientos de agua, que duraban semanas.

Como se estableció desde un principio la disponibilidad del recurso hídrico es un aspecto clave en esta investigación. Por ello se elaboraron preguntas enfocadas a este tema que a continuación se presentan.

Para empezar, se les cuestionó si contaban con el servicio de agua potable a lo que un 67 % del total de encuestados contestó que sí, mientras que un 33 % carecen de este servicio (Gráfica 17). Como se nota es una parte importante de población que aún no cuenta con el servicio de agua potable.

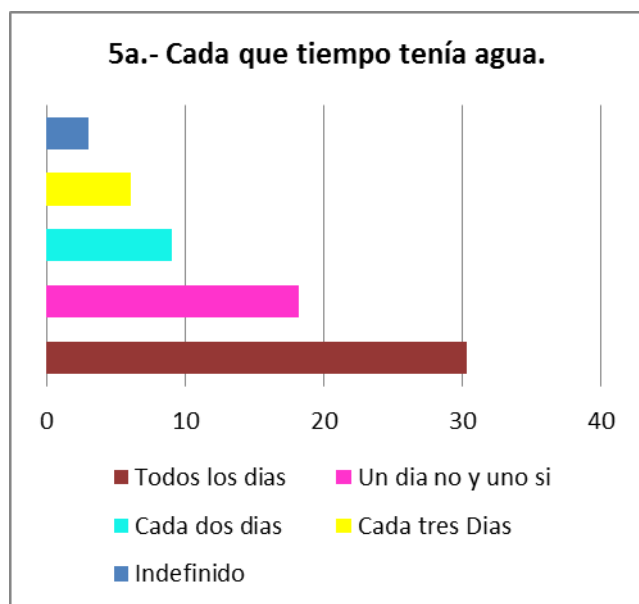
Gráfica 17.- Pregunta 4 (P)



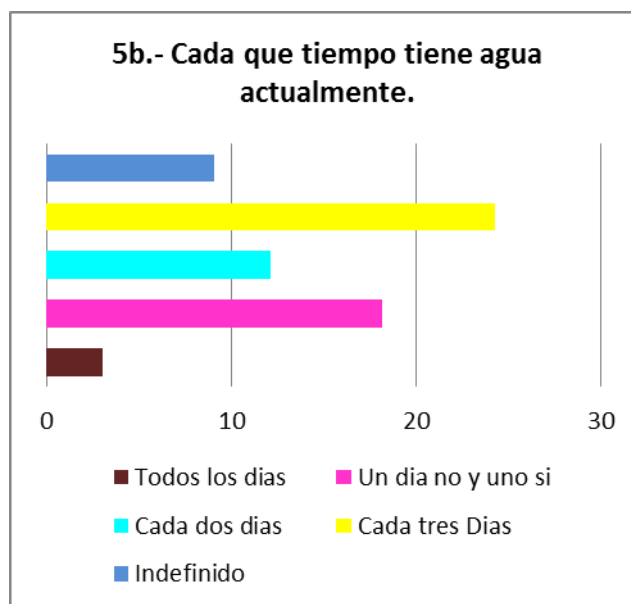
Derivada de esta pregunta, se les preguntó a quienes contaban con el servicio de agua potable, cada que tiempo les proporcionaban tal servicio comparando años atrás y la época actual. Al mencionarles algunos años atrás se les explicó que tomaran en cuenta por ejemplo, cuando recién adquirieron el servicio.

El 30 % de las personas comentó que todos los días les llegaba el agua, un 18 % mencionó que tenían agua un día no y uno si, un 9 % cada dos días, un 6 % cada tres días y un 3 % comentaron que era incierto (Ver Gráfica 18).

Ahora contrastando la época actual, solo un 3 % de estas personas tienen agua todos los días, un 18 % les llega un día no y uno si, un 12 % cada dos días, un 24 % tiene cada tres días y un 9% menciona que la llegada del servicio es incierto (Ver gráfica 18). Como se puede observar en los datos proporcionados, la cantidad de agua disponible en el municipio va disminuyendo notoriamente.



Gráfica 18.- Pregunta 5a (P)



Gráfica 19.- Pregunta 5b

Por ello la mayoría de las personas perciben que la cantidad de agua disponible ha disminuido considerablemente (un 54 % de las personas encuestadas, ver Gráfica 19) mientras que un 42 % han notado que ha disminuido poco. Solo un 4 % asegura que existe en la misma cantidad.

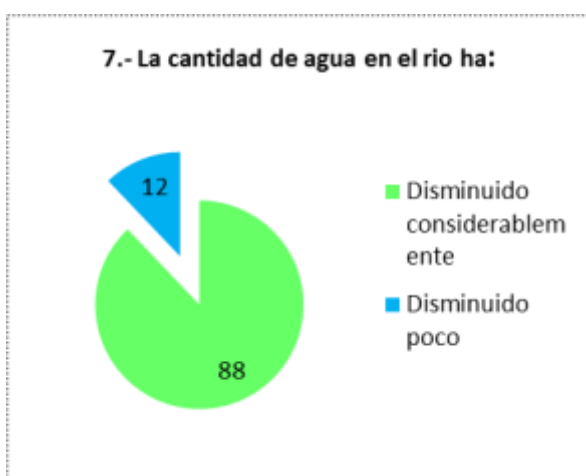
Gráfica 19.- Pregunta 6 (P)



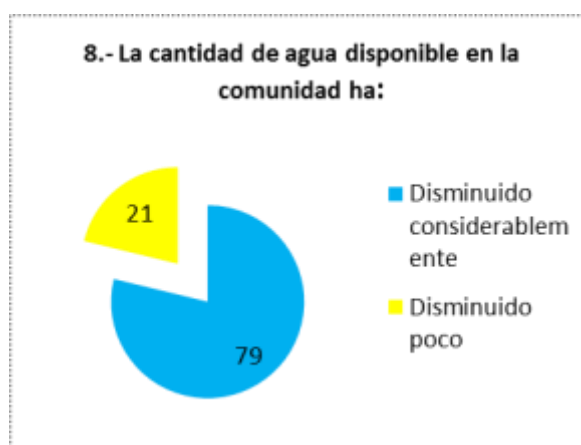
Siguiendo con el tema en cuanto a la disponibilidad de agua en la población, se les preguntó a las personas acerca de la variación del agua en el río, donde el 88 % de las personas percibe que esta ha disminuido considerablemente, y solo un 12 % opinó que ha disminuido poco.

A manera de confirmar estos datos, se les pregunto en forma general, incluyendo agua potable, el río, los pozos en la comunidad, etc; si existía una variación en cuanto a la cantidad de agua disponible en la comunidad a lo que el 79 % de los encuestados respondió que si perciben una disminución considerable de la cantidad de agua, mientras que solo el 21 % mencionó que han notado una baja disminución.

Gráfica 21.- Pregunta 7(P)



Gráfica 22.- Pregunta 8 (P)



Cabe señalar que la disminución del agua en la mayoría de ocasiones se debe a más de un factor. Por ello, es importante señalar, según la percepción de la población, cuales son las causas posibles de esta notable disminución de este recurso.

Entre las principales de causas mencionadas de la disminución del agua en la comunidad las respuestas de las personas fueron las siguientes: un 58% opinó que esta disminución se debe principalmente a la disminución de las lluvias, un 24% dice que esta disminución se dio más bien por un aumento de temperatura (calor) y el incremento de la población y viviendas, el 3% opinó que es debido al incremento de riego en las tierra, y un 9% dijo que debido a otras causas siendo una de las principales la contaminación (Ver Gráfica 22). Al analizar las respuestas nos damos cuenta que tanto la disminucion de las lluvias como el incremento de la temperatura estan ligadas directamente con el cambio climático.

Gráfica 23.- Pregunta 9 (P).

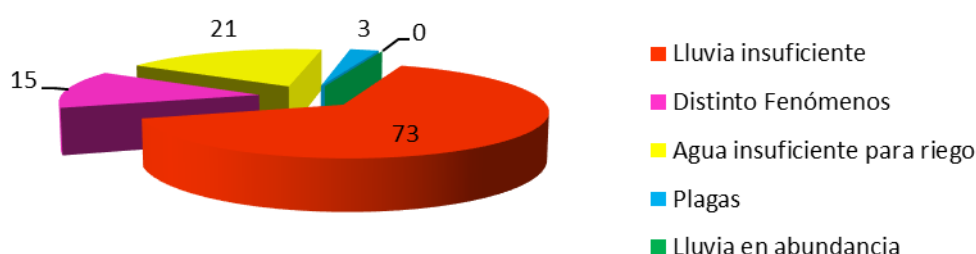


De acuerdo con la percepción de la población uno de los sectores más afectados por el cambio climático será la agricultura, por ello se les cuestionó por qué creían

ellos que se daba mas pérdida de cosecha, a lo que la mayoría representada por un 73 % mencionó que se debe a que la cantidad de lluvia es insuficiente, lo que provoca que muchos cultivos se pierdan, ademas de que las temporadas de lluvia han estado variando, lo que provoca que en muchas ocasiones cuando los cultivos necesitan más agua, no exista la suficiente.

Gráfica 24.- Pregunta 10 (P)

10.- ¿Por que razón cree usted que se da más pérdida de cosecha?



El 21% opinó que es por el agua insuficiente para riego, lo cual también es una consecuencia de la insuficiencia de lluvia, el 15 % le carga la culpa a los distintos fenómenos que se presentan como las heladas, la neblina, las granizadas, entre otros. Cabe señalar que cualquiera de estos fenómenos también pueden ser consecuencias del cambio climático. Por último, solo el 3% señala que es debido a plagas.

Por ultimo también se le realizaron preguntas con respecto al cuidado del medio ambiente, para saber cómo ellos participaban en el cuidado de tal.

La primera pregunta formulada respecto a este tema fue si captaban y reciclaban el agua proveniente de la lluvia donde el 52 % de los encuestados respondieron que no la hacían, un 27 % solo en ocasiones, es decir solo cuando en realidad

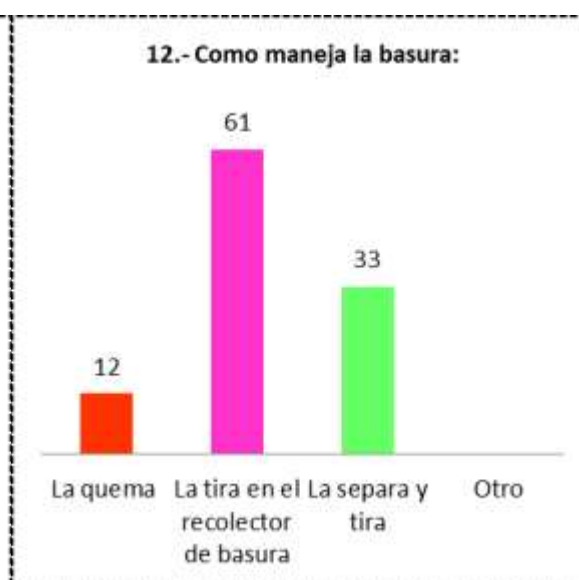
tenían la necesidad de hacerlo, y solo el 21 % si tiene este hábito de captarla y reciclarla (Ver Gráfica 25).

Por otra parte, también se les pregunto acerca de los hábitos que tenían en cuanto al manejo de la basura, el 61 % la tira en el carro recolector de basura, esto sin antes hacer una clasificación, el 33 % la separa en orgánicos e inorgánicos antes de tirarle, y un 12 % la quema (Ver Gráfica 26). Las personas que clasifican la basura en orgánicos e inorgánicos aprovechan la inorgánica para abonar sus tierras. Sobre la parte de la población que quema la basura influye el hecho de que el servicio de recolección de basura es muy limitado en la población.

Gráfica 25.- Pregunta 11 (P)



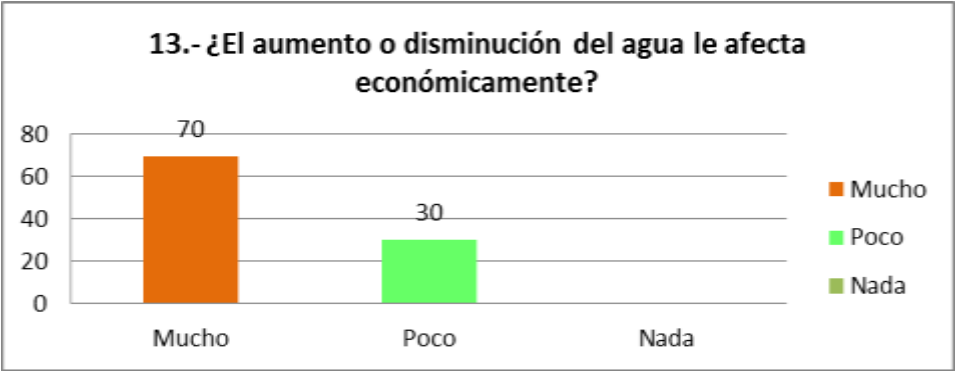
Gráfica 26.- Pregunta 12 (P)



Casi para finalizar se les preguntó a las personas que si el aumento o disminución del agua les afectaba económicamente, a lo que la todos respondieron que sí, solo que en diferente grado, el 70 % dijo que la disminución de agua les afectaba mucho económicamente, ya que al carecer de este valioso liquido tenían que comprar pipas de agua, además de que también les afectaba en su producción agrícola disminuyendo su capacidad productiva. En cambio un 30 % comentó que

la disminución de agua les afectaba poco, en algunos casos comentaron que contaban con pozos noria.

Gráfica 27.- Pregunta 13 (P)



Finalmente para concluir con la entrevista se les pidió a las personas que dieran algunas recomendaciones para el cuidado del agua y el medio ambiente en general, las cuales se presentan a continuación.

Gráfica 28.- Recomendaciones de la población.

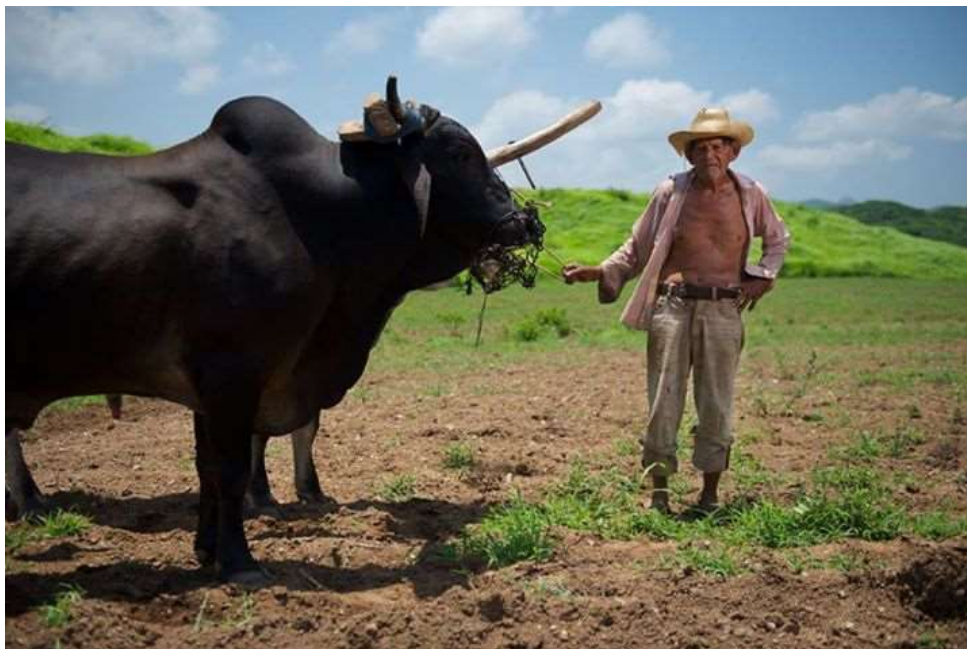


4.2.3 Datos generales de los agricultores encuestados

Como se mencionó anteriormente debido a la naturaleza de su actividad la cual depende en gran medida del clima, la percepción de los agricultores frente al cambio climático es muy importante, por ello, se procedió a entrevistar a 33 agricultores originarios de la población de estudio. De igual manera que en el cuestionario a la población, las encuestas se enfocan a evaluar la percepción que tienen los agricultores sobre el cambio climático, la disponibilidad de agua a través de los años y el cuidado al medio ambiente.

Del total de las personas encuestadas el 97 % eran hombres, y solo un 3 % eran mujeres, predominando fuertemente el sexo masculino en esta actividad. Todos eran mayores de edad, en su mayoría población madura, lo que indica que hay cada vez menos personas que se dedican a esta actividad para subsistir. El 67 % de los encuestados eran mayores a los 50 años, el 30 % tenía entre 25 y 50 años, y la minoría (un 3 %) tenía entre 18 y 25 años.

Figura 28.- Agricultor de Cuilapam de Guerrero.



El nivel de ingreso de este sector de población es preocupante ya que la mayoría (representada por 70 %) tienen un ingreso aproximado de 1 a 2 salarios mínimos, siendo más frecuente cerca de un salario mínimo, y un 21 % dijo tener un ingreso que oscilaba entre los 2 y 4 salarios mínimos. Por otra parte el nivel de escolaridad con el que cuentan los agricultores en su mayoría solo es la primaria (73 %), y en muchos casos no la concluyeron, solo el 18 % de los entrevistados cuentan con la secundaria, un 9 % cursó bachillerato y solo un 3 % cuentan con estudios profesionales.

4.2.4 La percepción del cambio climático por parte de los agricultores

En un primer momento fue primero necesario identificar qué tipo de tierras son las trabajan los agricultores, esto para identificar qué porcentaje de esta población se encontraba más vulnerable al fenómeno del cambio climático. Por ello se les preguntó a los agricultores que tipo de tierra eran las que cultivaban a los que la mayoría (48 %) respondió que tiene de riego y temporal, un 39 % mencionó que solo contaban con terrenos de temporal y un 12 % solo contaba con terrenos de riego (Ver Gráfica 29). De los agricultores que respondieron que tenían ambas tipos de terrenos, la mayor parte eran tierras de tipo temporal.



Gráfica 29.- Pregunta 1 (A³).

³ A= Encuestas aplicadas a agricultores.

A manera de identificar si existen variaciones significativas entre los cultivos actuales y los de hace algunos años atrás (refiriéndose por lo menos a unos 10 años), se les preguntó si percibían diferencias entre los cultivos al paso de los años (Ver Gráfica 29), a lo que la mayoría de los agricultores (76 %) afirmó que si notaban diferencias las cuales se percibían en mayor grado en cuanto a la disminución de la cantidad y calidad cosechada, es decir los agricultores notaban que, en comparación con otros años, las cantidades cosechadas han disminuido, muchas se pierden, y la calidad de lo producido no es la misma, por ejemplo en el caso del maíz, el tamaño de la mazorca y grano está disminuyendo.

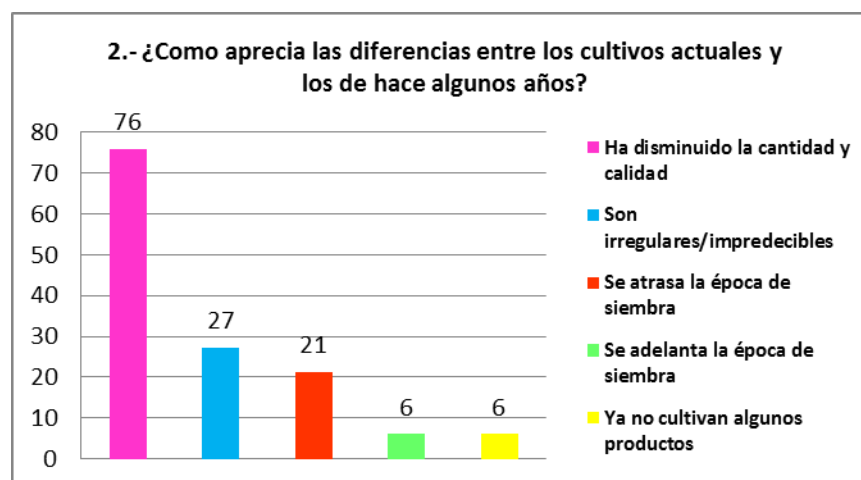
Figura 29.- Campesino de Cuilapam de Guerrero, de la Agencia Municipal de Carrizal.



Por otro lado, el 27 % de los encuestados manifestó que los cultivos de la actualidad son más irregulares e impredecibles, esto se debe a que la mayor parte de estos son de tipo temporal donde la precipitación es el factor más importante del clima que determina su desarrollo y su rendimiento.

Por otra parte, algunos agricultores mencionan que estas diferencias se notan en el hecho de que el ciclo de producción se está atrasando (21 %), y es que la mayoría de los agricultores comienzan a preparar los terrenos y a sembrar cuando caen las primeras lluvias, pero últimamente debido a que las lluvias se retrasan, han notado que las siembras se están volviendo tardías. En contraste a esto tenemos que un 6 % de los agricultores opinan que la época de siembra se está adelantando.

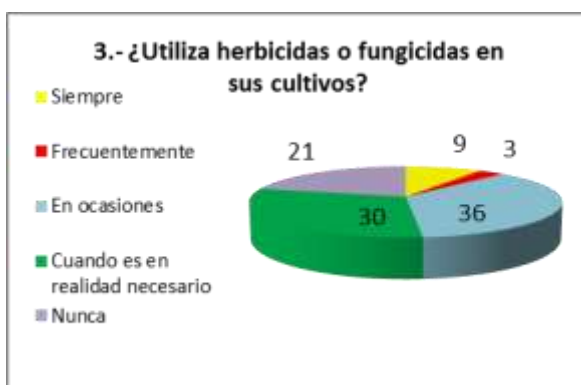
Gráfica 30.- Pregunta 2 (A)



Otro 6 % opinó que se están dejando de cultivar algunos productos como es el caso de la calabaza, el frijol o el cacahuate, esto por que dichos cultivos son más sensibles a los cambios de climas extremos, además que necesitan mayor cantidad de agua y riego constante, y son más vulnerables en cuestión de las plagas, por ello necesitan fertilizantes y plaguicidas lo que implica más gasto para los productores. En relación al uso de plaguicidas y pesticidas, se les preguntó a los agricultores si los utilizaba y con qué frecuencia, solo un 9 % mencionó utilizarlos siempre, un 3 % dijo usarlos frecuentemente, un 36 % solo en

ocasiones, un 30 % solo lo utilizan cuando es en realidad necesario y un 21 % dijo nunca utilizarlos (Ver Gráfica 31). Así mismo, se les pregunto cuál era el tipo de fertilizante que más utilizaban a lo que el 76 % de los agricultores contesto que químicos, un 15 % mencionó que ambos y solo un 9 % utilizaba fertilizantes naturales (Ver Gráfica 32).

Gráfica 31.- Pregunta 3 (A)



Gráfica 32.- Pregunta 4 (A)



Con respecto al uso de estas sustancias se les pregunto cómo valoraban la contaminación que estas originaban, la mayoría de la población, representada por un 52% la clasificó como alta, un 36 % la clasificó como media, un 9% como baja y solo un 3% como nula.

Gráfica 33.- Pregunta 5 (A)



Como se muestra la mayoría de los productores agrícolas hace uso de las sustancias químicas en sus cultivos, a pesar de que se dan cuenta que estas contaminan el suelo, pero si no las usan la tierra no da, comentan. Por ello es necesario que los agricultores implementen otros tipos de técnicas que favorezcan la producción y que sean menos dañinas al medio ambiente.

Para saber la percepción que tienen los agricultores en cuanto al fenómeno del cambio climático, se les preguntó si desde su punto de vista notaban algunas diferencias entre las llegadas y características de las estaciones climáticas al paso de los años, se les comento que compararan por ejemplo la época de su niñez o su juventud con la de ahora. Todos los agricultores estuvieron de acuerdo que si hay diferencias, la mayoría opinó que estas son más notables en cuanto a la disminución de las lluvias (70 %), en cambio un 36 % dice que tales se notan en el aumento de la temperatura, ya que los veranos los sienten más calurosos, solo un 6 % comentó que los inviernos son más fríos, y un 15 % afirmó que han notado todos los cambios anteriores

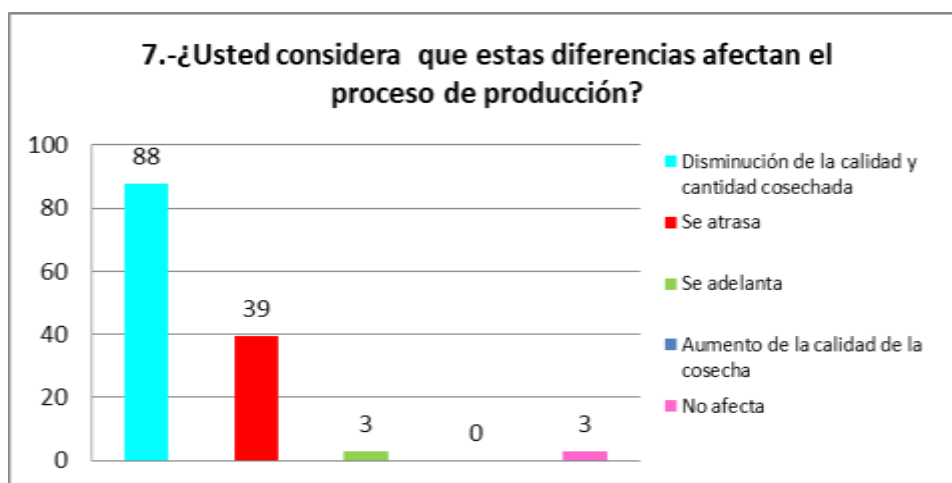
Gráfica 34.- Pregunta 6 (A)



Es importante señalar que tanto los agricultores como la población si ha notado un aumento en la temperatura así como de la disminución de lluvia, lo que demuestra que si existe una percepción de cambio climático en la población de Cuilapam de Guerrero.

Derivado de la pregunta anterior, les preguntamos si estas diferencias afectan su proceso de producción, a lo cual respondieron que sí, un 88 % mencionó que estas los afectaban en cuanto a la disminución de las cantidad y calidad cosechada (Ver Grafica 35), además derivado de estos cambios los productores han modificado su proceso de producción adelantándolo (39 %) o retrasándolo (3 %) . Mientras que un 3 % de los agricultores no perciben ninguna afectación.

Gráfica 35.- Pregunta 7 (A).

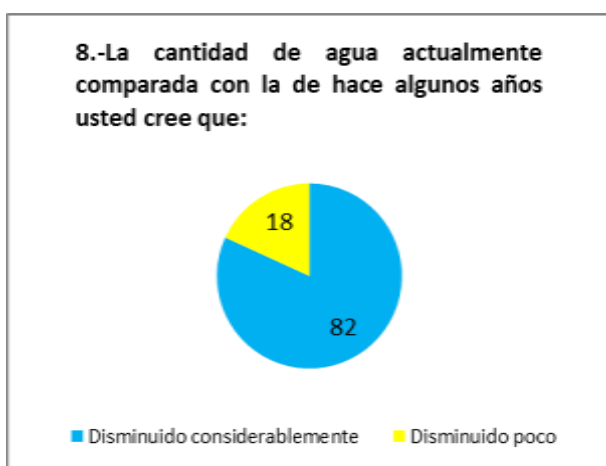


Mediante esta pregunta nos podemos dar cuenta que las diferencias climáticas, de acuerdo a la percepción de los agricultores, si están impactando esta actividad productiva generando que poco a poco los agricultores vayan buscando la manera de adaptarse a los cambios últimamente generados, como es el caso de los que adelantan o atrasan su proceso de siembra.

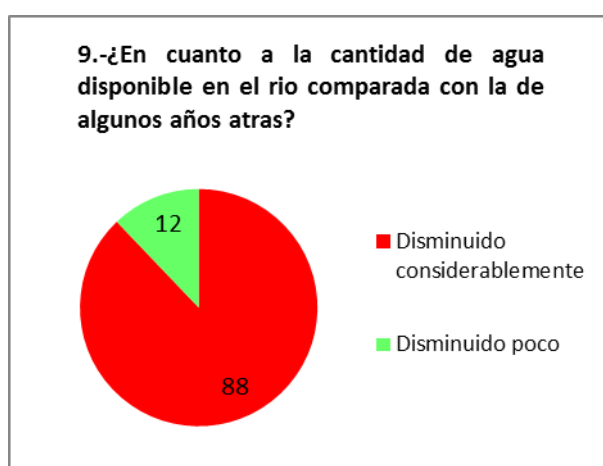
Se le realizaron preguntas con respecto al tema del agua, para analizar que precepción tienen ante la disponibilidad de esta. Primero se les pregunto si ellos consideraban que la cantidad de agua disponible en la comunidad había disminuido. A lo que el 82 % aseguró que esta ha disminuido considerablemente, y un 18 % opinó que ha disminuido poco (Ver Gráfica 36).

Después, al ser de los principales usuarios del agua proveniente del rio, se les preguntó si notaban alguna diferencia entre la cantidad de agua del rio actualmente comparado con la cantidad de algunos años atrás, al mencionarle algunos años atrás les pedimos que por lo menos se regresen mínimo unos 10 años, a lo que la mayoría respondió (88 %) que ha disminuido considerablemente, mientras un 12% que la disminución ha sido poca (Ver Grafica 37).

Gráfica 36.- Pregunta 8 (A)



Gráfica 37.- Pregunta 9 (A)



Es evidente que los agricultores notan una disminución de la cantidad de agua en la comunidad, esto es preocupante para ellos ya que pone en riesgo su seguridad alimentaria y en algunos caso su seguridad económica. Es importante señalar que los terrenos de riego que existen en la comunidad son muy pocos comparados con los de temporal, lo que vuelve más vulnerables a las personas ante una disminución de la disponibilidad de este vital líquido.

Respecto a esto, se les cuestionó a los agricultores cuales creían ellos que eran las principales causas de la disminución del agua en la comunidad, ante ello respondieron lo siguiente:

Un 55 % de los encuestados señaló que esto se debe principalmente a la disminución de las lluvias, mientras que un 36 % opinó que es más bien por el aumento de la temperatura y solo un 9 % le echó la culpa al aumento de población y viviendas. Una vez más, según la percepción de los agricultores la disminución del agua se la atribuyen a la problemática relacionada con el clima.

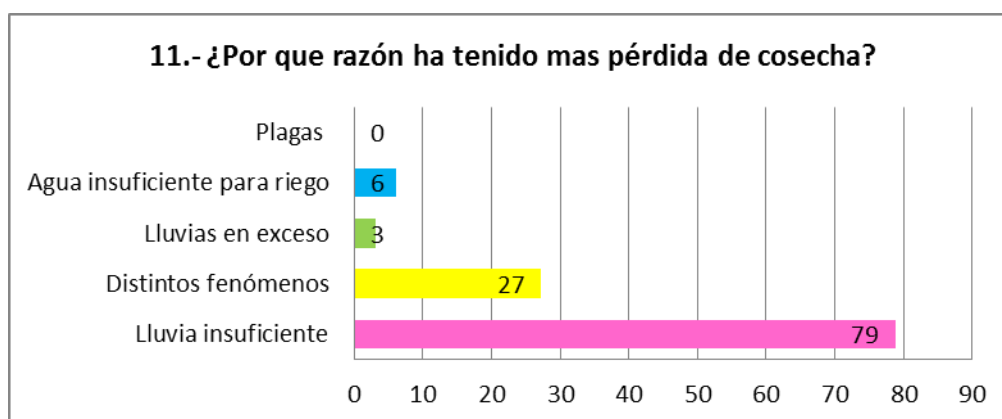
Gráfica 38.- Pregunta 10 (A)



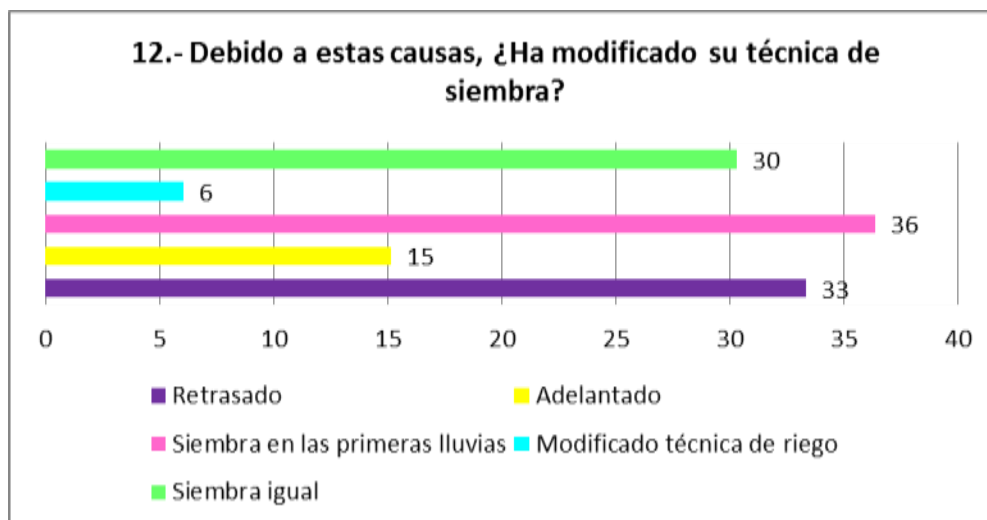
Otro aspecto importante que se les cuestionó a los agricultores fue acerca de las causas que los han llevado a tener más pérdida de cosecha, entre las principales causas mencionaron que la cantidad de lluvia ha sido insuficiente en muchas ocasiones (79 %), un 27 % le echa la culpa a los distintos fenómenos climatológicos que en ocasiones suceden como lo son las heladas, neblinas, granizadas entre otros. Un 6 % dice que es porque no hay suficiente agua para riego y un 3% mencionó que a veces también el agua de lluvia en exceso les ha hecho perder cosecha (Ver Gráfica 39).

También se les preguntó si debido a esta situación han modificado su técnica de siembra a lo que el 36 % dijo que siembran en cuanto caen las primeras lluvias, un 33 % por su parte han retrasado el proceso de siembra, un 30 % sigue ejerciendo su actividad cambio alguno, el 15 % ha adelantado su proceso de producción y un 6 % ha probado modificando su técnica de riego (Ver Gráfica 40). De acuerdo a estos resultados es claro que los agricultores están tratando de adaptarse ante los cambios que últimamente están surgiendo con el clima.

Gráfica 39.- Pregunta 11 (A)



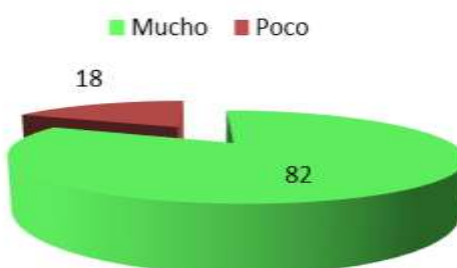
Gráfica 39.- Pregunta 12 (A)



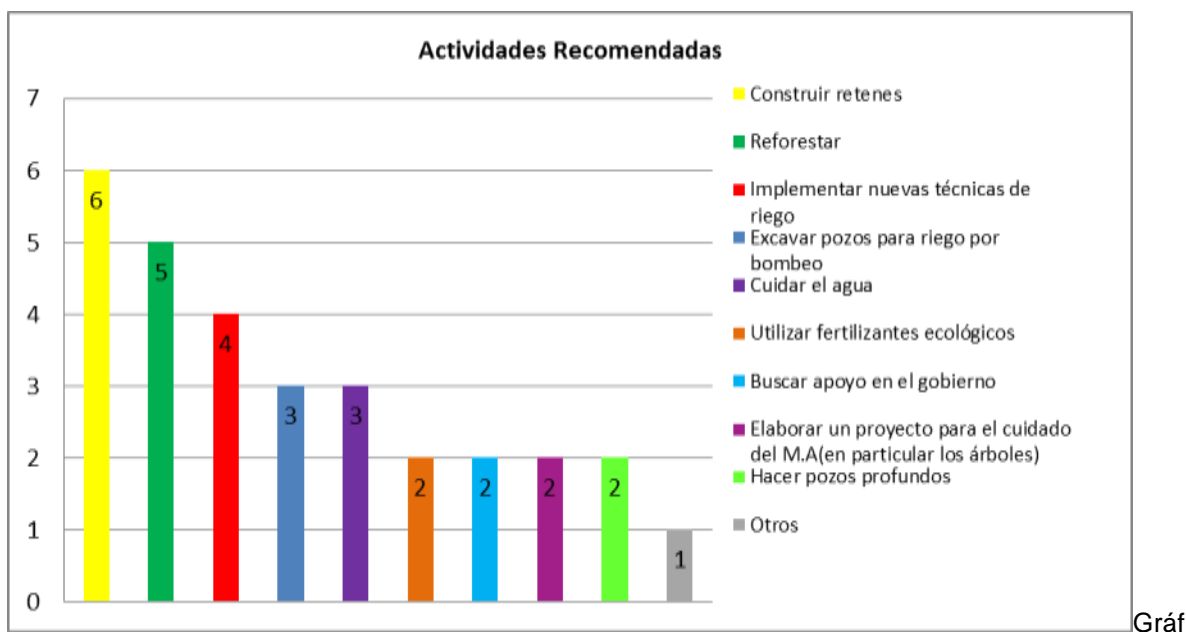
Ya para terminar se les preguntó a los agricultores si la disminución o el aumento del agua les afectaba económicamente a lo que la mayor parte de ellos respondió sin lugar a dudas que si les afectaba económicamente, 82 % dijo que esta situación les afectaba mucho y solo un 12 % mencionaron que les afectaba poco (Ver Gráfica 41).

Gráfica 41.- Pregunta 13 (A)

13.- Cree usted que el aumento o disminución del agua le afecta económicamente:



Por último se les pidió a los agricultores que dieran algunas recomendaciones para la mejora de la actividad agricultora en esta comunidad, las cuales fueron las siguientes:



Gráfica 41.- Recomendaciones de los agricultores.

4.2.5 Comparación de la percepción del cambio climático de la población y de los agricultores de Cuilapam de Guerrero

Con la información obtenida a través de los cuestionarios aplicados llegamos a la conclusión que tanto las personas como los agricultores si perciben una disminución en cuanto a la disponibilidad de agua y el aumento de la temperatura, situación que quizá sea debido al CC. De igual forma perciben que estos cambios están afectando parte de su actividad productiva, por lo cual es necesaria la implementación de algunas medidas de adaptación. Ambos grupos encuestados se da cuenta de la importancia del cuidado del medio ambiente, más sin embargo son una minoría quienes lo ponen en práctica.

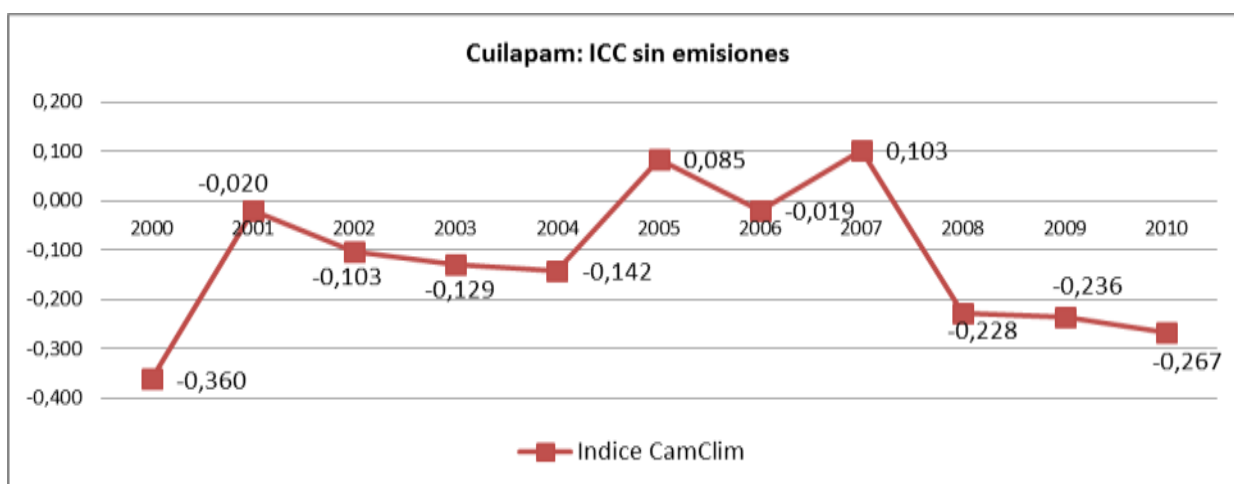
Una de las necesidades evidentes que manifiestan ambos grupos es la necesidad por aumentar la disponibilidad de agua en la comunidad, sobre todo en los agricultores lo cual se refleja en las recomendaciones dadas por ellos para la mejora de la actividad agricultora (Ver Gráfica 41). Por otra parte ambos grupos perciben que la disminución de la disponibilidad de agua en la comunidad les llegará afectar mucho ya que representaría un costo extra y además alto

conseguirla, y en el caso de los agricultores pone en riesgo esta actividad de la que se sustentan económicamente.

4.3 El comportamiento del índice de cambio climático en Cuilapam de Guerrero

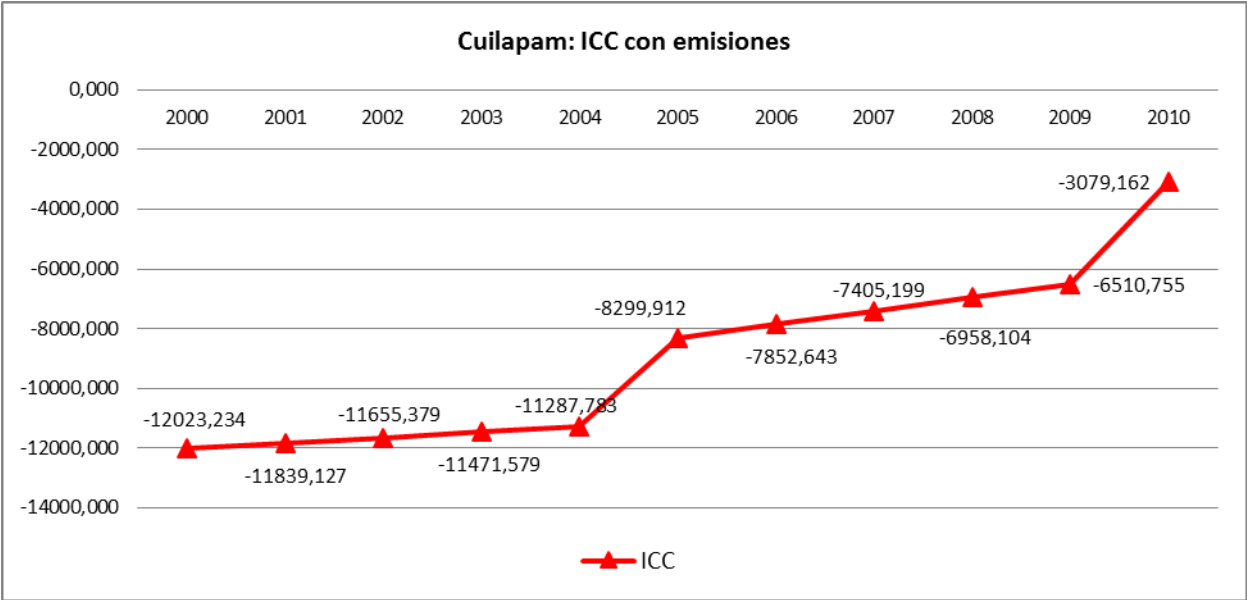
Para la construcción del índice de cambio climático (ICC), como ya se mencionó en la metodología, se ocuparon datos de temperatura, precipitación, evaporización y consumo de agua.

En un primer momento se elaboró el índice con los datos mencionados teniendo como resultado los siguientes valores.



Como se puede observar en la gráfica el ICC es muy variable, y a partir del año 2008 muestra una tendencia a la baja. Posteriormente, para poder construir un índice más completo se le añadió un factor más, las emisiones de CO₂ de la Ciudad de Oaxaca, esto se decidió así porque, como sabemos, las emisiones de CO₂ es un elemento clave en el tema del cambio climático y fue de la ciudad de

Oaxaca debido a la proximidad que tiene con la zona de estudio; teniendo como resultado lo siguiente:



Al elaborar este nuevo índice incluyendo las emisiones, podemos observar que ahora el ICC tiene una tendencia a aumentar al paso de los años, y con ello causar mayores afectaciones en la zona de estudio, con ello se cumple el postulado que dice que las grandes ciudades son las mayores contribuyentes a este fenómeno, y son las menos desarrolladas quienes sufren los mayores impactos. Con el índice construido se demuestra que las emisiones de CO₂ de Oaxaca influyen de tal manera, que producen que el valor del índice de cambio climático vaya en aumento generando a su vez una disminución del desarrollo sustentable de Cuila pam de Guerrero.

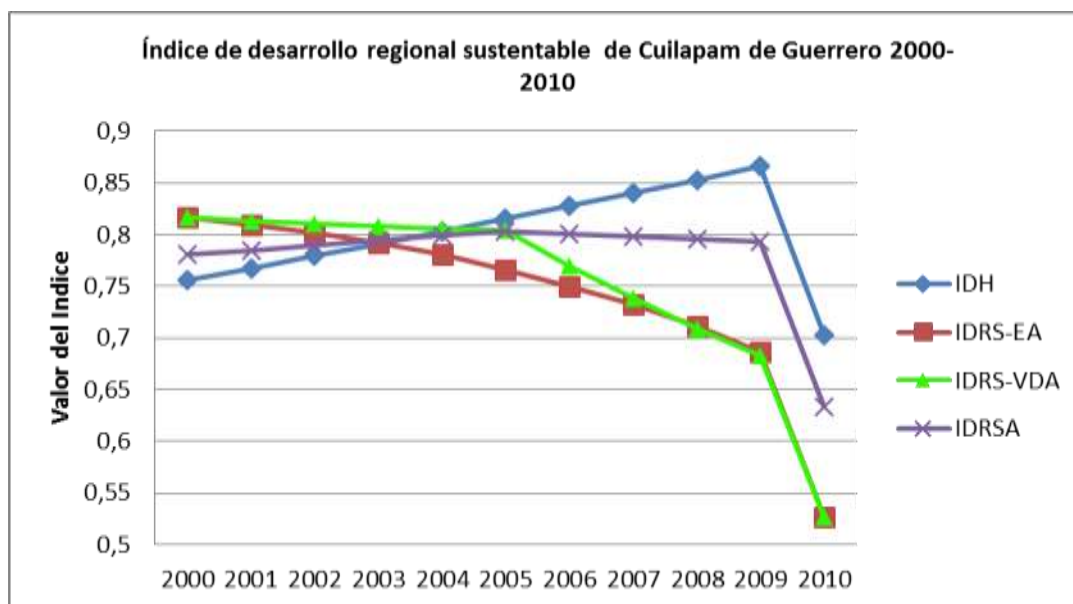
4.4 El comportamiento del desarrollo regional sustentable en Cuila pam de Guerrero en el contexto del cambio climático

El índice regional sustentable representa el nivel de sostenibilidad que existe en la población, teniendo una escala de 0 a 1, donde 1 hace referencia a la mejor

situación y 0 la peor situación. Este índice es construido teniendo como base el Índice de desarrollo humano, a este índice se le agrega un factor, el ambiental, representado por el volumen de extracción de agua en la comunidad, y el número de viviendas que disponen de agua potable. En la siguiente gráfica, se encuentran representados cada uno de los índices calculados.

El IDH representa el Índice de desarrollo humano de la comunidad durante el periodo 2000-2010. El IDRS-EA representa el índice de desarrollo regional sustentable tomando como base el IDH agregando el indicador de volumen de extracción de agua (EA). El IDRS-VDA fue calculado de igual manera que el anterior, tomando como base el IDH, pero agregando el índice de viviendas con disponibilidad de agua. En cuanto el IDRSA, este fue calculado tomando como base IDH y agregando los dos factores anteriores.

Gráfica 43.- Índice de desarrollo regional sustentable de Cuilapam de Guerrero.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, comparando el conjunto de indicadores IDRS con el IDH, tenemos que hay un momento en el tiempo en que el Índice de desarrollo sustentable es superior al IDH, pero después con el respectivo incremento de la extracción de agua y la disminución de la disponibilidad de agua en las viviendas este desarrollo sustentable baja.

Realizando un análisis de la información obtenida podemos decir que existe en la población una tendencia a la baja del índice de desarrollo regional sustentable, lo que indica que el volumen de extracción de agua y la disponibilidad de agua en las viviendas está afectando cada vez más la sustentabilidad de la zona, esto se puede deber al incremento de la población y a los efectos del cambio climático, lo cual se confirma cuando se resta la tasa de crecimiento de los índices de desarrollo menos la tasa de crecimiento de la población, que en todos los casos resulta negativa (ver tabla 17), lo que indica que hay una tendencia al empobrecimiento y pérdida de bienestar de la población.

Tabla 14.- Valores de los índices calculados.

Año	IDH	IVDA	IDRS-EA	IDRS-VDA	IDRSA	Población
2000	0.756	1.000	0.817	0.817	0.780	12812
2001	0.767	0.952	0.810	0.813	0.785	13223
2002	0.779	0.906	0.802	0.811	0.790	13647
2003	0.791	0.859	0.792	0.808	0.795	14084
2004	0.803	0.814	0.780	0.806	0.799	14536
2005	0.815	0.769	0.766	0.804	0.803	15041
2006	0.827	0.596	0.750	0.769	0.800	15523
2007	0.840	0.432	0.732	0.738	0.798	16021
2008	0.853	0.279	0.711	0.709	0.796	16534
2009	0.866	0.135	0.687	0.683	0.793	17064
2010	0.703	0.000	0.527	0.527	0.633	18428
TC	1.52	-3.83	-4.29	-4.29	-2.076	3.27
TCP-TCI	-1.75	-7.10	-7.56	-7.56	-5.346	

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Comparación y análisis del índice de desarrollo sustentable e índice de cambio climático.

Con el uso del software SPSS, se calcularon las correlaciones correspondientes para poder evaluar la hipótesis, obteniendo los siguientes resultados:

H₁: El Cambio Climático impacta negativamente el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero, es decir, a mayor aumento del cambio climático menor nivel de desarrollo sustentable.

Conclusión de la correlación del IDRS y el ICC (sin emisiones): El valor resultante de la correlación realizada entre los índices de desarrollo sustentable y cambio climático, fue de 0.344, como se muestra el valor es bajo y con signo positivo, además su un nivel de significancia de 0.3, no alcanza el 90 % de confiabilidad. *Por ello se concluye, en base a estos resultados, que el CC no está impactando el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam, esto sucede cuando no se consideran las emisiones de CO₂ y solo se toman en cuenta los cambios de temperatura, la evaporización y precipitación. Lo que sucede en la zona de estudio es que el índice de CC es muy variable y el índice de Desarrollo sustentable viene a la baja.*

Conclusión de la correlación del IDRS y el ICC (con emisiones): El valor resultante de la correlación realizada entre los índices de desarrollo sustentable y cambio climático, fue de -0.91, como se muestra el valor es muy alto y con signo negativo, el cual representa una correlación negativa muy fuerte, además de tener una confiabilidad del 99%.

En base a los datos obtenidos, manifestamos que el cambio climático sí está impactando negativamente el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam, a medida que este cambio climático aumenta, el desarrollo sustentable registra una tendencia a la baja, esto sucede cuando además de datos de temperatura, precipitación y evaporización, se toman en cuenta las emisiones de CO₂. En otras palabras se explica, que lo que está sucediendo en Cuilapam es que su

sustentabilidad, la cual depende del agua, viene a la baja; pero la causa del incremento del cambio climático reside en la emisión del CO₂ lo cual está generando el deterioro de la calidad de vida en la población.

Conclusión de la correlación del IDRS y el ICC en base a la percepción de la población: dado que la correlación resultó con un valor de $-.187$, y con una significancia de $.298$, la hipótesis se rechaza, es decir el cambio climático todavía no impacta de manera significativa el desarrollo sustentable del municipio de Cuilapam de Guerrero, aunque si existe una percepción de la población en cuanto a la disminución de la disponibilidad de agua.

H₂: El Cambio Climático impacta negativamente de manera significativa las actividades económicas, concretamente, la agricultura, de la comunidad de Cuilapam de Guerrero, a través de la reducción de los Recursos Hídricos.

Conclusión: Dado que la correlación resultó con un valor de $-.052$, y con una significancia de $.774$, la hipótesis se rechaza, es decir el CC todavía no produce impactos negativos en la actividad agrícola del municipio de Cuilapam de Guerrero, esto se debe quizá a que la mayor parte de los agricultores encuestados cuenta con terrenos de riego y en zonas con mayor disponibilidad de agua, cuyo nivel de uso hace notar la variación de los recursos hídricos en la comunidad.

H₃: El impacto negativo del cambio climático lo percibe de igual manera la población de la zona urbana que la población dedicada a la agricultura.

Conclusión: El valor de esta correlación debe ser significativo en ambos casos para que la hipótesis sea aceptada, pero dado a que con respecto a la población el valor de la correlación es de $-.187$ y tiene una significancia de $.298$, y el valor de la correlación en cuanto a los agricultores es de $-.047$ con una significancia de $.769$, la hipótesis se rechaza, y este impacto no es significativo en ambos casos. Es decir la percepción de los impactos del cambio climático son percibidos de forma desigual entre los pobladores del municipio de Cuilapam de Guerrero, esto indica que si existe una percepción de la población en cuanto a la disminución de la disponibilidad de agua pero todavía no perciben el grado de afectación que les produce.

H₄: Existe en la comunidad un crecimiento de población, y por lo tanto de la mancha urbana, alto; tendencia que ayuda a comprender la presión de los recursos hídricos en la comunidad.

Conclusión: Dado que la tasa de crecimiento calculada de las viviendas en el municipio de Cuilapam de Guerrero, es de 5.70 , lo que significa que existe un crecimiento de población acelerado, la hipótesis se acepta. Y esto se corrobora con el cálculo de la tasa de crecimiento de población la cual tiene un valor de 3.21 , lo cual indica que habrá, en el futuro, un consumo mayor de agua, y por otro lado el crecimiento de la mancha urbana puede representar un factor que obstaculice la recarga de los mantos freáticos.

Además, ya teniendo la evaluación de la hipótesis se graficaron los índices obtenidos, para su respectivo análisis, teniendo la siguiente gráfica (44).

En la gráfica se muestra que el índice de Cambio Climático en el transcurso del tiempo va aumentando, mientras que el índice de desarrollo sustentable marca una tendencia a la baja, en otras palabras se observa que a mayor cambio climático se presenta un menor desarrollo sustentable en la zona.

Gráfica 44.- IDRS e ICC de Cuilapam de Guerrero.



Al realizar la correlación, obtenemos un valor muy alto (-0.910), por lo que la hipótesis que planteaba que el cambio climático impactaba negativamente el desarrollo sustentable de la población es aceptada es decir, lo que está pasando en Cuilapam de Guerrero es que su sustentabilidad que depende del agua viene a la baja, donde la causa del cambio climático, reside en el aumento del CO₂, elemento que está jugando un papel determinante, ocasionado el deterioro de la calidad de vida de la población.

Por otra parte, el estudio nos arrojó los siguientes hallazgos:

- ❖ Uno de los principales hallazgos generados por el estudio es que, según los datos obtenidos de las encuestas aplicadas a la población, a más

variaciones climáticas se da una mayor pérdida de cosecha, esto con un coeficiente de correlación del .723 y con una confiabilidad del 99%.

- ❖ También nos encontramos que a mayor cantidad de agua disponible en el río, hay más agua disponible en la comunidad, esto con un coeficiente de correlación del .788 y con una confiabilidad del 99%.
- ❖ A más cambios realizados en el ciclo de producción (adaptaciones realizadas derivadas de las variaciones climáticas), existe una mayor de variación en los cultivos, es decir, estas variaciones se manifiestan en la calidad, la cantidad, la época de siembra y cosecha, así como en el tipo de productos cultivados. Esto se manifiesta con una correlación de .364 y con una confiabilidad de 96%.



V. COMO AFRONTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COMUNIDAD DE CUILAPAM DE GUERRERO

5.1 Conclusiones analíticas del estudio

Después de todo un proceso de investigación en el que se revisó información, se observó, se obtuvieron y analizaron datos, se elaboraron índices, se llega a la etapa final de este estudio para lo cual es necesario retomar los objetivos planteados al inicio del mismo.

En primer lugar, se planteó el objetivo general, el cual se encuentra estructurado de la siguiente manera.

- “Analizar la influencia del cambio climático en las variaciones de los recursos hídricos y su impacto en el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero durante el periodo 2000-2010”.

Este objetivo se cumplió satisfactoriamente, ya que mediante la construcción del índice de desarrollo regional sustentable y el índice de cambio climático, además de la percepción de la población, se ha notado menor disponibilidad de agua en la zona de estudio, esto debido al cambio climático y al incremento poblacional, y esto a su vez incide sobre el desarrollo sustentable de dicha zona de estudio, ya que como lo muestran los resultados anteriores (ver gráfica 43 y 44), el índice de desarrollo regional sustentable viene a la baja.

Así también se formularon objetivos específicos, que son los siguientes:

- Comparar el grado de desarrollo sustentable durante el periodo establecido del estudio.

Como se mencionó anteriormente se elaboró el índice de desarrollo regional sustentable para el periodo 2000-2010, en el cual al graficarlo, nos podemos dar cuenta que al paso del tiempo la sustentabilidad de la zona de estudio viene a la baja, por lo cual urge plantear algunas políticas que traten de frenar esta caída de la sustentabilidad y a su vez revertirla.

- Analizar los efectos de las variaciones de los recursos hídricos en el desarrollo sustentable y desarrollo humano de la comunidad.

Este objetivo se cumplió al realizar la construcción del índice de desarrollo regional sustentable, ya que como se mostró en la metodología, se utilizó como base el índice de desarrollo humano, al cual se le agrego un factor ambiental, en este caso el volumen de extracción de agua y las viviendas con disponibilidad de agua, al agregar estos factores se observó que el valor del índice disminuye, es decir a mayor extracción de agua y menor cantidad de viviendas con disponibilidad de agua, el IDH disminuye, y por lo tanto el nivel de bienestar de la población baja.

- Formular propuestas para la elaboración de planes de desarrollo y para el manejo y uso racional del agua.

Las propuestas se mencionaran más adelante como recomendaciones que permitan mejorar la situación actual de la zona de estudio y garantizar así su sustentabilidad.

En lo que respecta a las hipótesis planteadas tenemos que, con respecto a la H1, la cual propone lo siguiente:

H1: El Cambio Climático impacta negativamente el desarrollo sustentable de la población de Cuilapam de Guerrero, es decir, a mayor aumento del cambio climático menor nivel de desarrollo sustentable.

De acuerdo a la pruebas realizadas con la distinta información tenemos que, cuando se elabora el índice de cambio climático solamente con datos de temperatura, precipitación y evaporización y se correlaciona con el índice de desarrollo sustentable, existe una baja correlación entre ambos elementos, más sin embargo, al añadir a este índice de cambio climático información de las emisiones de CO₂ de la zona metropolitana de Oaxaca, y al correlacionar nuevamente ambos índices (ICC y IDRS), obtenemos una muy alta correlación de -0.91 y con signo negativo, valor que nos demuestra que a mayor cambio climático menor nivel de desarrollo sustentable, además esto con una significancia del 99%.

Al realizar esta misma prueba pero con datos proporcionados por la población evaluando la percepción que tienen sobre este fenómeno, tenemos por resultado que existe una correlación muy baja, esto indica que la población no siente el impacto negativo del cambio climático más sin embargo si percibe la existencia de este fenómeno.

Como sabemos las emisiones de CO₂ son un elemento clave dentro de todo este contexto del cambio climático, ya que el nivel de dióxido de carbono se relaciona estrechamente con la temperatura global, entre más emisiones de CO₂, así como de otros gases de efecto invernadero, se generen y se concentren en la atmósfera ocasionarán que este efecto invernadero se acentúe y por lo tanto el incremento de la temperatura será mayor y más rápido.

Respecto a este análisis podemos concluir, que la sustentabilidad del municipio de Cuilapam, si está siendo afectada por el fenómeno en estudio, donde las emisiones de CO₂, de la zona metropolitana juegan un papel determinante; esto es de suma importancia ya que la zona metropolitana de Oaxaca ya prácticamente se encuentra unida a la zona estudiada; en donde, además de dichas emisiones, se originan otros factores que también están afectando la sustentabilidad del municipio, como lo es el incremento de población originado por el crecimiento de dicha zona metropolitana y la inexistencia de un plan de ordenamiento territorial el cual es elemental en el municipio debido a sus altos índices de crecimiento poblacional.

Ahora bien, se plantearon más de una hipótesis, y es así como llegamos a la segunda la cual expresa lo siguiente:

H2: El Cambio Climático impacta negativamente de manera significativa las actividades económicas, concretamente, la agricultura, de la comunidad de Cuilapam de Guerrero, a través de la reducción de los recursos hídricos.

Esta hipótesis se comprobó con datos obtenidos de las encuestas aplicadas, pero como se mencionó anteriormente, desde la percepción de la población, el cambio

climático todavía no produce un impacto negativo significativo en este tipo de actividades, este resultado se originó quizá, a que la mayor parte de los agricultores encuestados tiene terrenos de riego en una zona que cuenta con una mayor disponibilidad de agua, y por lo tanto no manifiestan el mismo grado de vulnerabilidad que el resto de la población. Aunque si perciben una disminución de la disponibilidad de agua al paso de los años.

En cuanto a la hipótesis 3, que manifiesta lo siguiente:

H3: El impacto negativo del cambio climático lo percibe de igual manera la población de la zona urbana que la población dedicada a la agricultura.

Es decir la percepción de los impactos del cambio climático son percibidos de forma desigual entre los pobladores del municipio de Cuilapam de Guerrero, esto indica que si existe una percepción de la población en cuanto a la disminución de la disponibilidad de agua y el aumento de la temperatura pero todavía no perciben el grado de afectación que les produce.

Y finalmente retomando la última hipótesis la cual propone que existe en la comunidad un crecimiento de población, y por lo tanto de la mancha urbana, alto; tendencia que ayuda a comprender la presión de los recursos hídricos en la comunidad. Se comprobó, calculando las tasas de crecimiento tanto de las viviendas, como de manzanas y población, que existe un proceso de crecimiento acelerado de la población y por lo tanto de la mancha urbana, lo cual en el futuro puede representar un factor que en primer lugar, ejerza mayor presión sobre los recursos hídricos debido al aumento de población, y en segundo obstaculice la recarga de los mantos freáticos debido al crecimiento de la mancha urbana.

Como conclusión final de acuerdo a los índices calculados y las encuestas aplicadas, se demostró que el cambio climático está impactando negativamente el desarrollo sustentable de Cuilapam de Guerrero, pero además de este fenómeno el crecimiento de población y el desarrollo poco sustentable que se está llevando

juegan un papel determinante y que hacen que la comunidad sea todavía más vulnerable ante este fenómeno.

5.2 Una breve discusión para estudios futuros del cambio climático en la comunidad de Cuilapam de Guerrero

En el presente trabajo se trató de fundamentar y explicar los efectos e impactos que el cambio climático está ocasionando en una comunidad en específico en este caso el municipio de Cuilapam de Guerrero. Más sin embargo es importante señalar, que aunque este trabajo se realizó aplicando rigurosamente el método científico, siempre habrá cuestiones que están fuera del alcance del investigador o que en su momento no consideraron. En este caso, una problemática a la que nos enfrentamos fue a la escasez de datos, sin bien es cierto para analizar el cambio climático se requiere de un análisis de muchos años, por ello desde un principio se planteó que esta investigación es también en parte explorativa la cual pretende dar una visión general de tipo aproximado respecto a una realidad y que pueda servir de base para nuevas investigaciones donde posteriormente sea revisada y/o complementada en la metodología propuesta.

Por otra parte, de acuerdo a la experiencia obtenida, sería de gran ayuda agregar más indicadores que permitan dar una idea más clara de la situación analizada, por ejemplo en caso del desarrollo sustentable, agregar variables de agricultura o algunas otras más sobre recursos hídricos.

Aunque los resultados de esta investigación, muestran que el cambio climático está comenzando a impactar en el desarrollo sustentable de Cuilapam, no es un resultado contundente ni una verdad absoluta, por lo que puede ser sometido a un nuevos análisis y comprobación. Lo que sí es verdad es que el cambio climático es un fenómeno inequívoco que puede poner en peligro el bienestar regional incidiendo directamente en la calidad de vida de las personas, por lo cual es necesario se realicen más estudios, y se formulen estrategias de mitigación y sobre todo de adaptación.

5.3 Recomendaciones para afrontar el cambio climático en la comunidad de Cuilapam de Guerrero

En base al resultado del estudio se plantean algunas recomendaciones que creemos ayudaran a afrontar esta problemática originada por el cambio climático, las cuales se presentan a continuación.

En primer lugar es urgente elaborar un plan de ordenamiento territorial, en el cual haciendo uso de la planeación se visualice el crecimiento y desarrollo del municipio, donde se considere como un punto clave el cuidado y uso racional del medio ambiente.

En dicho plan se deberían considerar aspectos como:

- ✚ La implementación de zonas verdes en la comunidad y barrios, como parques o jardines.
- ✚ Recuperar, aprovechar y conservar los brotes de agua naturales
- ✚ Alumbrado público con paneles solares o la utilización de luminarias led que disminuyan el uso de energía eléctrica.
- ✚ Establecer un programa de reforestación en zonas que así lo requieran, por ejemplos la zona de lomerío la comunidad.
- ✚ Utilizar concreto permeable para la pavimentación de calles y explanadas.
El concreto permeable es un tipo especial de concreto con alto grado de porosidad cuya principal característica es permitir el paso del agua a través de su estructura porosa, por lo que es considerado como un material de construcción sustentable, por su buen manejo de las aguas de pluviales. Este tipo de material permite el paso de entre 120 y 320 litros de agua a través de cada metro cuadrado.
- ✚ Hacer un inventario acerca del arbolado urbano y áreas verdes de la comunidad.

Concientizar a las personas, mediante un programa educación y difusión ambiental, del uso racional de los recursos naturales con los que cuenta el municipio. Dicho programa puede considerar los siguientes aspectos:

- ✚ Implementación de un programa de manejo de basura dirigido a la población donde se dé a conocer como realizar este proceso de separación de la basura y la importancia de este.
- ✚ Establecer un programa de educación ambiental en todas las escuelas.
- ✚ Difundir el uso correcto de insumos agrícolas como pesticidas, plaguicidas, etc.; para prevenir la contaminación de los mantos freáticos y acumulación de residuos en el suelo.
- ✚ Difundir la importancia del uso racional del agua
- ✚ Difundir la importancia del reciclaje

En cuanto al aspecto de productividad agrícola y cuidado del agua sería importante dar a conocer a los productores del municipio las distintas técnicas de riego que existen y poder determinar con ellos cual sería una técnica viable que se pudiera implementar con lo cual se podría contribuir al uso racional de agua, y por ende hacer un uso más eficiente de ella.

Otra forma para de hacer un uso racional de agua sería aprovechar la orografía con la que se cuenta, y construir ollas de captación de agua, las cuales son depresiones sobre el terreno que permiten almacenar agua proveniente de escurrimientos superficiales. El objetivo de estas obras es captar agua proveniente de escurrimientos superficiales durante la época de lluvia y utilizarla de manera controlada como fuente de abrevadero en época de estiaje.

Además, considerando la limpieza del agua, la producción del municipio se podría orientar, aprovechando los terrenos de riego y de primera calidad con que se cuenta, a una producción 100% orgánica por medio de la cual se estaría protegiendo al medio ambiente e incrementado el valor la producción, y por consecuencia mejorando el ingreso de los productores. Para ello sería necesaria la creación de una marca, así como la búsqueda de probables mercados.

Un punto importante a considerar es la ubicación del baratillo de la comunidad, el cual se encuentra ubicado en la orilla del río, es importante establecer un programa de limpieza en donde las personas que participan en dicho baratillo sean las encargadas de dejar limpio el lugar al término de este, prohibir que se tire escombros, reforestar esa zona para que también sea una zona verde y poner especial atención en que no se esté contaminando el agua en dicha zona.

ANEXOS

Anexo 1.- Encuesta para la población de Cuilapam de Guerrero.

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

El presente cuestionario tiene como objetivo recopilar información acerca de la percepción que tienen la población del Cambio climático y su conocimiento sobre el tema.

Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Ocupación _____

Domicilio: _____

Ingreso: a) Entre 1 y 2 SM⁴ b) De 2 a 4 SM c) Más de 4 SM

Grado de Estudios: _____

Instrucciones: Marque con una X las respuestas elegidas.

1.- ¿Cómo valora usted sus conocimientos que tiene sobre el clima y las consecuencias de sus cambios tan repentinos y extremosos?

No tengo conocimientos sobre el tema	Poco o casi nada	Tengo los conocimientos básicos del tema	Tengo suficientes conocimiento sobre el tema	Estoy muy bien informado.
5	4	3	2	1

2.- ¿Qué sector cree usted que es el más afectado por los cambios tan repentinos del clima?

La agricultura	La economía	La salud	Todos	Ninguno
5	4	3	2	1

3.- Desde su punto de vista, ¿Existen diferencias entre las llegadas y características de las estaciones climáticas en la actualidad y las de hace algunos años⁵?

Las lluvias han disminuido y/o son menos intensas.	Los veranos son más calurosos	Los inviernos son más fríos	El clima no corresponde a la estación	No he notado ninguna diferencia
5	4	3	2	1

4.- ¿Cuenta usted con el servicio de agua potable?

- ☐ Si
☐ No

⁴ El valor del salario mínimo correspondiente al estado de Oaxaca es de \$63.77

⁵ Cuando nos mencionamos la frase “a algunos años atrás”, nos referimos por lo menos a 5 años en adelante.

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

En caso afirmativo, conteste la pregunta 5 y 6.

5.- Cada que tiempo le llega el agua (antes y ahora).

a) Antes (por ejemplo, a partir del momento en que tuvo acceso al agua potable):

Todos los días	Un día si y uno no	Cada dos días	Cada tres días	No tiene tiempo en específico
1	2	3	4	5

b) Ahora:

Todos los días	Un día sí y uno no	Cada dos días	Cada tres días	No tiene tiempo en específico
1	2	3	4	5

6.- En cuanto a la cantidad de agua potable que le suministraban hace algunos años, usted opina que:

Ha disminuido considerablemente	Ha disminuido poco	Existe en la misma cantidad	Es mayor	No he notado diferencia
5	4	3	2	1

7.- En cuanto al agua disponible en el río comparada con la de algunos años, usted cree que:

Ha disminuido considerablemente	Ha disminuido poco	Existe en la misma cantidad	Es mayor	No he notado diferencia
5	4	3	2	1

8.- La cantidad de agua disponible en la comunidad actualmente comparada con la de algunos años usted cree que (incluyendo agua potable, ríos, pozos, arroyos, etc.):

Ha disminuido considerablemente	Ha disminuido poco	Existe en la misma cantidad	Es mayor	No he notado diferencia
5	4	3	2	1

9.- Si ha disminuido, ¿Cuál cree que sea una de las causas principales?

La cantidad de lluvia ha disminuido	Aumento de temperatura (el calor)	Incremento de riego en las tierras	Incremento de viviendas y población	Otra: _____ _____
5	4	3	2	1

10.- Porque razón cree usted que se da más pérdida de cosecha.

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

No llueve lo suficiente	Fenómenos como la canícula, neblina, heladas, ect.	Agua insuficiente para riego	Plagas	Lluvia en abundancia
5	4	3	2	1

11.- ¿Capta y recicla el agua de la lluvia?

Si	No	En ocasiones
3	2	1

12.- La basura usted:

La quema	La tira en el camión de la basura	La separa y la tira	Otro
4	3	2	1

13.- Cree usted que el aumento o disminución del agua le afecta económicamente:

Mucho	Poco	Nada
3	2	1

14.- Recomienda usted algunas acciones para el cuidado del agua y el medio ambiente en general.

Gracias por su cooperación. Que tenga un excelente día!!!

Anexo 2.- Encuesta para los agricultores de Cuilapam de Guerrero.

Cuestionario dirigido a los agricultores del municipio de Cuilapam de Guerrero

El presente cuestionario tiene como objetivo recopilar información acerca de la percepción que tienen los agricultores sobre el manejo de agua en el municipio de Cuilapam de Guerrero.

Nombre: _____

Domicilio: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Grado de Estudios: _____

Ingreso: a) Entre 1 y 2 SM⁶ b) De 2 a 4 SM c) Más de 4 SM

Instrucciones: Marque con una X las respuestas elegidas

1.- ¿Qué tipo de tierras son donde cultiva?

De temporal	De riego	Ambas
3	2	1

2.- ¿Cómo aprecia las diferencias entre los cultivos actuales y los de hace algunos años⁷?

Ha disminuido la cantidad cosechada y la calidad cosechada	Son irregulares o impredecibles	Se atrasa la época de siembra	Se adelanta la época de siembra	Se han dejado de cultivar algunas semillas o productos.
5	4	3	2	1

3.- ¿Utiliza herbicidas o fungicidas en sus cultivos?

Siempre	Frecuentemente	En ocasiones	Cuando es en realidad necesario	Nunca
5	4	3	2	1

4.- ¿Qué tipo de fertilizante usa en sus tierras?

- ☐ Natural
- ☐ Químico
- ☐ No utilizo

5.- ¿Cómo valora la contaminación que el uso de estas sustancias químicas produce?

⁶ El valor del salario mínimo correspondiente al estado de Oaxaca es de 63.77

⁷ Cuando mencionamos la expresión hace algunos años nos referimos a por lo menos 5 años atrás.

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Alta	Media	Baja	Nula	No tengo idea
5	4	3	2	1

6.- Desde su punto de vista, ¿Existen diferencias entre las llegadas y características de las estaciones climáticas, en la actualidad y la de hace algunos años?

Las lluvias han disminuido y/o son menos intensas	Los veranos son más calurosos	Los inviernos son más fríos	Todos los anteriores	No he notado ninguna diferencia
5	4	3	2	1

7.- ¿Usted considera que estas diferencias afectan los periodos de siembra y cosecha? (periodo/ciclo de producción)

La calidad y/o cantidad de la cosecha ha disminuido	Se atrasa	Se adelanta	La calidad y/o cantidad de la cosecha ha aumentado	No, sigue igual
5	4	3	2	1

8.- La cantidad de agua actualmente comparada con la de algunos años usted cree que:

Ha disminuido considerablemente	Ha disminuido poco	Existe en la misma cantidad	Es mayor	No ha notado la diferencia
5	4	3	2	1

9.- ¿En cuanto a la cantidad de agua disponible en el rio comparado con la de algunos años atrás?

Ha disminuido considerablemente	Ha disminuido poco	Existe en la misma cantidad	Es mayor	No ha notado la diferencia
5	4	3	2	1

10.- Si ha disminuido, ¿Cuál cree que sea una de las causas principales?

Por la disminución de la cantidad de lluvia	EL aumento de la temperatura (el calor)	Aumento de riego en las tierras	Aumento de la población y viviendas	Otra: _____
5	4	3	2	1

11.- Porque razón ha tenido más pérdida de cosecha.

No llueve lo suficiente	Fenómenos como la canícula, neblina, heladas, ect.	Lluvia en exceso	Agua insuficiente para riego	Plagas
5	4	3	2	1

12.- Debido a estas causas, ¿Ha modificado su técnica de siembra?

Si, la he retrasado	Si, la he adelantado	Siembro cuando empiezan las primeras lluvias	He cambiado mi técnica de riego	No, siembro en las mismas fechas
1	2	3	4	5

13.- Cree usted que el aumento o disminución del agua le afecta económicamente:

Mucho	Poco	Nada
3	2	1

14.- Recomienda usted algunas acciones para mejorar su actividad agrícola.

Gracias por su cooperación. Que tenga un excelente día!!!! ☺

**Anexo 3.- Estadísticas Básicas: Cambio Climático y Desarrollo Sustentable
en Cuilapam de Guerrero, Oaxaca; México.**

Datos de la comunidad de Cuilapam de Guerrero para el cálculo del índice de desarrollo regional sustentable e índice de cambio climático.

Año	Índice de Desarrollo Humano	Volumen de Extracción de agua (m³)	Viviendas con disponibilidad de agua
2000	0.756	1031	1970
2001	0.767	1137	1940
2002	0.779	1254	1910
2003	0.791	1383	1880
2004	0.803	1525	1851
2005	0.815	1681	1823
2006	0.827	1854	1712
2007	0.840	2044	1608
2008	0.853	2254	1511
2009	0.866	2486	1419
2010	0.703	2741	1333

Índices calculados.

Año	IDH	IVDA	IEA	IDRS-EA	IDRS-VDA	IDRS
2000	0.756	1.000	1.000	0.817	0.817	0.780
2001	0.767	0.952	0.938	0.810	0.813	0.785
2002	0.779	0.906	0.870	0.802	0.811	0.790
2003	0.791	0.859	0.794	0.792	0.808	0.795
2004	0.803	0.814	0.711	0.780	0.806	0.799
2005	0.815	0.769	0.620	0.766	0.804	0.803
2006	0.827	0.596	0.519	0.750	0.769	0.800
2007	0.840	0.432	0.408	0.732	0.738	0.798
2008	0.853	0.279	0.285	0.711	0.709	0.796
2009	0.866	0.135	0.149	0.687	0.683	0.793
2010	0.703	0.000	0.000	0.527	0.527	0.633

IVDA= índice de viviendas con disponibilidad de agua

IEA = índice de extracción de agua

IDRS-EA = índice de desarrollo regional sustentable en base a la extracción de agua

IDRS-VDA = índice de desarrollo regional en base a las viviendas con disponibilidad de agua

IDRS = índice de desarrollo regional incluyendo los dos indicadores EA y VDA

Datos e índices para la construcción del índice de cambio climático (ICC)

Año	TMAX	Índice	TMIN	índice	CO ₂	índice	P-PRE	índice	P-EVA	índice	INDICE VDA	ICC
2000	29.716	-0.544	11.214	-0.453	149059.30	-72138.91	1.566	-0.076	5.397	-0.421	1	-12023.234
2001	30.595	0.456	11.231	-0.439	150162.25	-71035.96	2.119	0.688	5.374	-0.455	0.952	-11839.127
2002	30.292	0.112	11.477	-0.236	151265.19	-69933.02	1.649	0.039	5.631	-0.076	0.905	-11655.379
2003	30.245	0.059	11.564	-0.165	152368.14	-68830.07	1.554	-0.094	5.643	-0.059	0.859	-11471.579
2004	30.061	-0.151	12.185	0.348	153471.08	-67727.13	1.395	-0.312	5.500	-0.27	0.813	-11287.783
2005	30.249	0.063	12.340	0.476	171397.20	-49801.01	1.631	0.013	5.830	0.2168	0.769	-8299.912
2006	30.262	0.078	12.161	0.328	174081.30	-47116.90	1.405	-0.299	5.915	0.3423	0.595	-7852.643
2007	30.183	-0.012	12.426	0.547	176765.41	-44432.80	1.692	0.097	6.053	0.5455	0.432	-7405.199
2008	30.022	-0.196	11.760	-0.003	179449.51	-41748.70	1.645	0.033	5.656	-0.04	0.279	-6958.104
2009	30.280	0.098	11.601	-0.134	182133.61	-39064.59	1.469	-0.211	5.800	0.1726	0.135	-6510.755
2010	30.227	0.038	11.436	-0.270	202723.30	-18474.91	1.710	0.123	5.712	0.043	0	-3079.162
Promedio	30.194		11.763		167534.21		1.621		5.683			
Máximo	30.595		12.426		202723.3		2.119		6.053			
Mínimo	29.716		11.214		149059.30		1.395		5.374			

TMAX= Promedio anual de las temperaturas máximas de la zona

TMIN= Promedio anual de las temperaturas mínimas de la zona

CO₂=Emisiones anuales de CO₂ de la zona metropolitana de Oaxaca

P-PRE= Promedio anual de las precipitaciones de la zona

P-EVA= Promedio anual de la evaporización de la zona

INDICE VDA= Índice de viviendas con disponibilidad de agua

ICC = Índice de Cambio Climático

Resultados de la Correlación entre Cambio Climático y Desarrollo Sustentable

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
IDRS	.7532	.08825	11
ICC	-8943.8979	2921.15730	11

Correlaciones

		IDRS	ICC
IDRS	Correlación de Pearson	1	-.910**
	Sig. (bilateral)		.000
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	.078	-2347.208
	Covarianza	.008	-234.721
	N	11	11
ICC	Correlación de Pearson	-.910**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	-2347.208	85331599.582
	Covarianza	-234.721	8533159.958
	N	11	11

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

IDRS = Índice de desarrollo regional sustentable

ICC = Índice de cambio climático

Fuentes

Libros y Revistas.

Alcalde, Jorge. (2007). "Las mentiras del cambio climático: un libro ecológicamente incorrecto". Editorial Libros libres.

Albentosa, Luis M. (1990). "Climatología y medio ambiente". Universidad de Barcelona. Edicions Universitat Barcelona, 1990.

Balairón, Pérez Luis. (2002). "Gestión de recursos hídricos". Universidad Politécnica de Catalunya.

Barros, Vicente. (2005). "El cambio climático global". 2ª Edición, Buenos Aires, Libros el Zorzal.

Bartra, Armando. (2008). "Fin de fiesta. El fantasma del hambre recorre el mundo". Argumentos: Estudios críticos de la sociedad, Vol. 21, Núm. 57, Mayo-Agosto 2008. Universidad Autónoma Metropolitana. Xochimilco, México.

Bates, B. C., Z, W. K., S, W., & J, P. P. (2008). "El Cambio Climático y el Agua. Documento Técnico del grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaria del IPCC". Ginebra, Suiza.

Bautista, Eduardo. (1999). "El maíz de Oaxaca: la cosecha de contradicciones". *Estudios Agrarios*. No.11, año 5. Enero- Abril 1999.

Behar, Daniel S. (2008). "Metodología de la investigación". Editorial Shalom, 2008.

Berumen, Miguel E. (2003). "Geografía económica de Oaxaca". Editor Juan Carlos Martínez Coll.

Burgui, Mario. (2008). "Medio ambiente y calidad de vida". Cuadernos de Bioética. VI. XIX, No.2, Mayo-Agosto 2008.

Campos Aranda, Daniel F. (1998). "Procesos del ciclo hidrológico". Universidad de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería, México, 1998.

Comellas, José Luis. (2011). "Historia de los cambios climáticos". Libros de Historia. Ediciones Rialp.

Esteva, Gustavo. (1996). "El debate sobre el desarrollo". Revista Económica Informa. FE-UNAM, Núm. 247.

Di Pietro, Paolo. (2001). "Hacia un desarrollo integrador y equitativo: una introducción al desarrollo local". Ediciones CICCUS-La Crujía.

Durand L. 2002. "De las percepciones a las perspectivas ambientales. Una reflexión teórica sobre la antropología y la temática ambiental". Centro de Investigaciones Multidisciplinarias. UNAM. México, D.F.

Fajardo, Luis A. (2006). "Desarrollo Humano Sustentable: Concepto y Naturaleza". Civilizar: Ciencias Sociales y Humanas. No. 10.

Feldmann, Fabio., Biderman, Furriela. (2001). "Los cambios climáticos globales y el desafío de la ciudadanía planetaria". Acta Bioethica, Vol. VII, Núm. 002.

Feldt, Heid. (2011). "Pueblos Indígenas y Cambio Climático: Relación entre cambio climático y pueblos indígenas y sus posiciones en el contexto de las

negociaciones en la Convención Marco sobre el Cambio Climático. Fortalecimiento de Organizaciones Indígenas en América Latina. Editor: Deutsche Gesellschaft.

Fraume Restrepo, Néstor J. (2007). "Diccionario ambiental". ECOE Ediciones, 2007.

Furtado, Celso. (1970). "Desarrollo y subdesarrollo". Editorial Universitaria, Buenos Aires, Argentina.

Gallicchio, Enrique., Camejo, Alejandra. (2005). "Desarrollo local y descentralización en América Latina". Programa de desarrollo local, CLAEH. Productora editorial, 2005.

Garrido, Francisco., Arnanz, Luis. (2005). "Desarrollo sostenible y Agenda 21 local: Prácticas, metodología y teoría". Volumen 8, Construyendo ciudadanía. IEPALA Editorial.

Gaviño, Marcelo. (1999). "Indicadores ambientales y su aplicación". Cátedra UNESCO para el desarrollo sustentable. Foro latino Americano de Ciencias Sustentables. Inédito. La plata, Argentina.

Gentile, Georgina., Thiel, Inge., Barreiro, Elida. (2007). "El cambio climático y como mitigarlo". Instituto de Estudios e Investigaciones sobre el Medio ambiente.

Gillezeau, Patricia., Morales Edison. (2003). "Hacia un desarrollo local integrador: concepción humana sustentable". Multiciencias, Vol. 3, núm. 2, Venezuela.

Gómez, Sergio. (2012). "Metodología de la Investigación". 1ª Edición, Red tercer milenio.

Guerrero Legarreta, Manuel. (1991). "El agua". 1ª Edición, Fondo de Cultura Económica, S.a. de C.V. México.

Hernández, S. Roberto, (2006). "Metodología de la Investigación". 4ª Edición, México, Editorial MC Graw Hill.

Hidalgo, Antonio. (1998). "El pensamiento económico sobre el desarrollo: de los mercantilistas al PNUD".

Ibarra, Pedro., Unceta, Koldo, (2001). "Ensayos sobre el desarrollo humano". Icaria Editorial, S.A.

Jiménez Cisneros, Blanca., Galicia Tundizi, José. (2012). "Diagnóstico del agua en las Américas". Red Interamericana de Academias de Ciencias, Foro Consultivo Científico Y Tecnológico, A.C. México.

Luiz, de Miranda Carlos. (2002). "Brasil: Descentralización y desarrollo regional sustentable". Gobierno del Estado de Rio Grande do Norte. Proyecto de combate a la pobreza rural: IICA.

López López, V.M. (2009). "Cambio climático global: ciencias, evidencias, consecuencias y propuestas". Editorial Trillas, S.A. de C.V.

Mar Amar, José J. (1998). "Una conceptualización comprensiva del Desarrollo Humano". Desarrollo Humano Perspectiva para el Siglo XXI, Ediciones Uninorte, Bogotá.

Maderey, Laura E., Jiménez, Román. (2005). "Principios de hidrogeografía: Estudio del ciclo Hidrológico". Universidad Nacional Autónoma de México.

Martínez, A., (2002). "Indicadores de sustentabilidad ambiental de la economía mexicana", Comercio exterior, vol. 52, No. 3.

Martínez, Julia., Fernández, Adrián. (2004). "Cambio climático: una visión desde México". 1ª Edición, Noviembre 2004.

Miguel Velasco, Andrés E. (2004). "Ciencia Regional: principios de Economía y Desarrollo". Oaxaca, Oax. Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Miguel Velasco, Andrés E., Maldonado Cruz, Pedro, Torres Valdez, Julio C., y Solís Giménez, Néstor. (2008). "Aportes de la ciencia regional al estudio del cambio climático en el contexto de las regiones de México".

Miguel Velasco, Andrés. E. (2012). "El Desarrollo Sustentable y el Cambio Climático en las Regiones de México: el caso del Sur-sureste, periodo 2000-2010". Oaxaca, Oax.: Secretaría de Educación Pública. Subsecretaría de Educación Superior. Dirección General de Educación Superior Tecnológica. Institutos Tecnológicos. Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Monge, Julián., Gómez, Patricia., Rivas, Marta. (2002). "Biología General. Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica). Editorial EUNED.

Monje, A. Carlos, (2011). "Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: guía didáctica". Universidad Surcolombiana. Facultad de ciencias sociales y humanas. Programa de comunicación social y periodismo, Neiva 2011.

Paz, Sunkel O. (1986). "El desarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo", Ed. Siglo Veintiuno. México, 1986.

Ochoa, J. Manuel. (2009). "Ciudad, vegetación e impacto climático". Erasmus ediciones.

Pernía, José M. (2008). "Cambio climático y agua subterránea". IGME, 2008.

Pike, Andy., Rodríguez, Andrés., Tomaney, Jhon. (2011). "Desarrollo local y regional." Edit. Universitat de València, 2011.

Quesada, Carlos A. (1992). "Marco conceptual para la definición del desarrollo Sostenible". Desarrollo sostenible y políticas económicas en América Latina. San José Costa Rica.

Urbina, Javier. (2008). "Impactos sociales del cambio climático en México". Instituto Nacional de Ecología.

Valcárcel, Marcel (2006). "Génesis y evolución del concepto y enfoques del desarrollo": Documento de investigación. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vázquez Barquero, A. (2000), " Desarrollo económico local y descentralización: Aproximación a un marco conceptual", Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Velasco, Israel.(2012). "Sequía y Cambio Climático en México". Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Primera edición.

Rist, Gilbert. (2002). "El desarrollo: Historia de una creencia Occidental. Edit. Los libros de las catarata, 2002.

Rodríguez Gómez, Cesar A. (2008). "La gestión del agua en los gobiernos locales de México.

Sepúlveda, Sergio. (2008). "Biograma: Metodología para estimar el nivel del desarrollo sostenible de territorios". San José, C.R. : IICA, 2008.

Torres, Juan., Gómez, Anelí. (2008). "Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes". Lima: Soluciones Prácticas-ITDG; 2008.

Vargas, Luz María (1994). "Sobre el concepto de percepción". *Alteridades*, Vol. 4, núm. 8, 1994, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Distrito Federal, México.

Villers, L., & Trejo, I. (1995). "Vegetación actual de México y escenario aplicando un incremento de 2°C de temperatura y disminución del 10% en la precipitación". *México ante el Cambio Climático*. México: SEMARNAT-UNAM-US Country Studies. .

Yhosinaga Pereira, Sueli., Albuquerque Rocha, Geroncio. (2000). "Notas de clases dictadas en el II Curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental". *Recursos Hídricos*. Oficina Regional de Ciencia de la Unesco para América Latina y el Caribe.

Zuckerhut, Patricia. (2007). "Cosmovisión, espacio y género en México antiguo". *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia*, No 38, Vol. 21, 2007. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Tesis y documentos.

BOON, (2001). "El agua: una de las claves del desarrollo sostenible". Conferencia internacional sobre el agua dulce. BONN, Diciembre 2001.

Camacho, Ma. Monserrat. (2012). "La imagen bajo la perspectiva de la cosmovisión: cuatro cosmogramas precolombinos mesoamericanos". Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

CCA, (2010). “Agenda azul del cambio climático”, Reporte elaborado por Ecoherencia consultoría en sustentabilidad, S.C. Consejo consultivo del Agua, A.C.

Congreso del Estado de Oaxaca. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, México, 1990.

Congreso del Estado de Oaxaca. Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca, México, 1998

CONAGUA, (2012). Base de Datos de la Climatología Histórica de la Ciudad de Oaxaca de Juárez. Organismo de Cuenca Pacífico Sur / Dirección Técnica. Oaxaca, Oaxaca, México.

CONAPO, (2001). “Proyecciones de población, 2005-2030”. México.

CMNUCC, (1992). “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, Artículo 1, Definiciones.

DOF, 2014. “Diario Oficial de la Federación: Programa especial de los pueblos indígenas; 2014-2018”.

FAO, (2011). “Cambio climático, agua y seguridad alimentaria”. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Roma, Italia.

García, Miguel A. (2011). “Cambio climático, calentamiento global y pueblos indígenas en México”. Pacto de Grupos Ecologistas, San Cristóbal de las Casas, México.

INE, (2012). “Adaptación al cambio climático: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones”. México, D. F.: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

INE, (2006). México Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, D. F.: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

INE, (2002). “Cambio global y recursos hídricos en México: Hidropolítica y conflictos contemporáneos por el agua”. Instituto Nacional de Ecología: Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas.

INEGI, 2010. “Censo de población y vivienda 2010”.

IPCC, (2007). “Cambio climático 2007: Informe de síntesis”. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza.

ITO, (2012). Relación de Tesis de Posgrado. Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. Secretaría de Educación Pública. Subsecretaría de Educación Superior. Dirección General de Educación Superior Tecnológica. Institutos Tecnológicos. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación.

López Villanueva, Marcelo Andrés. (2013). “Cambio climático y desarrollo sustentable en las ciudades de Oaxaca: 2000-2015”, Informe avance de tesis del Doctorado en Ciencia en Desarrollo Regional y Tecnológico, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca, México, 2013.

Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Cuilapam de Guerrero, Oaxaca. Clave Geoestadística 20023, 2005.

Santiago Luis, Liliana M. (2012). “Análisis del comportamiento del recurso hídrico, a través del consumo doméstico de agua, en el desarrollo sustentable de las

regiones de Oaxaca durante el periodo 2000-2005". Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Regional, 2012. Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Pérez, Vilma. (2003). "Educación ambiental y cosmovisión de los pueblos originarios". Profesional Unidad de Cultura Ambiental, CONAMA Región de Tarapacá.

PNUD, (1990). "Informe de desarrollo humano: 1990".Bogota-Colombia 1990.

PNUD, (1994). "Algunas preguntas y respuestas sobre el desarrollo humano sostenible". Washington.

PNU, (2005). "Informe sobre Desarrollo Humano México 2004". El reto del desarrollo local. México: Ediciones Mundi-Prensa.

PNDU, (2014). "Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: Nueva Metodología". Marzo 2014.

SEMARNAT, (2009). "Cambio climático. Ciencia, evidencias y acciones". México, 2009.

SEMARNAT, (2012). "Cambio climático: una reflexión desde México". México: 1ª Edición.

UNESCO, (2012). "Glosario hidrológico internacional". Organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura. Organización Meteorológica Mundial.

Referencias electrónicas.

ALEM, ALFONSO. (2003). "Pueblos Indígenas, Cosmovisión y Desarrollo Sostenible". Publicado en Revista Futuros No 2., Vol. I, 2003 consultado el 29 de

julio del 2015 y disponible en <http://www.cebem.org/cmsfiles/archivos/pueblos-indigenas-14.pdf>

Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). "Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: Una perspectiva desde las ciencias de la Tierra". Revista Digital Universitaria, 8. Consultado el 10 de Diciembre del 2014, disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art80/int80.htm>

Centro virtual de información del agua. (2013). ¿Cuánta agua tiene México?. Consultado el 20 de Octubre del 2013, disponible en http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=category&id=21&Itemid=300020

Burguete Stanek, Leopoldo. (2012). "Desarrollo sustentable y participación social". Instituto Nacional de Ecología. Consultado el 11 de Noviembre del 2012, disponible en <http://www.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/398/burguete.html>

CINU, (2013). "Contemporizar con el cambio climático". Fecha de consulta 28 Octubre 2013 de, disponible en: http://www.cinu.org.mx/temas/Calentamiento/folletos/Temas/folletos_g.html

CONAGUA. (2013) "Agua en el mundo", consultado el 15 Noviembre del 2013 disponible en <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=87&n4=37>
Delgadillo, M. J. (2004). "Planeación territorial, políticas públicas y desarrollo regional en México. Cuernavaca: CRIM/DGAPA/UNAM. Consultado el 10 de octubre del 2013 en <http://www.crim.unam.mx/drupal/?q=node/320>

Atlas Digital del Agua, (2012). "Disponibilidad natural media per cápita". Consultado el 13 de Octubre del 2013, disponible en <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo12.html>

SEDESOL. “Catálogo de localidades”. Consultado el 20 de septiembre del 2013, disponible en www.microrregiones.gob.mx

De Vengoechea, Alejandra, (2012). “Las Cumbres de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático”. Producción: Proyecto Energía y Clima de la Fundación Friedrich Ebert – FES, Colombia, consultado el 20 de abril del 2015 y disponible en <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09155.pdf>

Lomeña, Varo Rafael, (2007). ¿Qué clima predominará en la tierra dentro de 100 años?. Clima Futuro, Smart planet: Imaging Science. Consultado el 20 de mayo del 2014 y disponible en:

<http://calentamientogloblacial.net/cambioclimatico.pdf>

Hemerografía

Harvey, Fiona. (2013). “Un estudio augura catástrofes naturales causadas por el cambio climático”. El país. Consultado el 17 de septiembre del 2013 en http://www.sociedad.elpais.com/sociedad/2013/05/20/actualidad/1369053420_793792.html

Muy Interesante. (2013). Henrick- Svensmark. 26 de Febrero del 2013. Consultado el 3 de abril del 2014.

<http://www.muyinteresante.es/historico/articulo/henrik-svensmark>

“El cambio climático constituye la mayor amenaza contra su supervivencia como especie que ha enfrentado el hombre en su historia” Ban Ki-Moon, Secretario General de Naciones Unidas. Bali, Diciembre de 2007.

Artículo: Creara América Latina alarma para desastres climáticos. El universal.

<http://www.eluniversal.com.mx/sociedad/2014/america-latina-alarma-climatica-994874.html>

Publicado el 13 de marzo de 2014.

Agua y cambio climático en las América: Importancia del agua y cambio climático.

<http://www.waterclimatechange.org/es/why.php>

Consultado el 10 de marzo del 2014