



## **PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO**

### **ADAPTATION PIPELINE ACCELERATOR**

**“Enfoque en Municipios/Zonas vulnerables al cambio climático - APA”**

#### **Producto Final**

**Caracterización de la Vulnerabilidad Municipio Castañuela**

**y**

**Medidas de Adaptación**

**Luis Tolentino**

**Fundación REDDOM**

10 marzo 2025

Santo Domingo, República Dominicana



## CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES .....	5
2.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	5
3.	CONTEXTO MUNICIPIO DE CASTAÑUELA .....	6
4.	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD.....	9
4.1	METODOLOGIA ANALISIS MEDIANTE CONSULTAS PARTICIPATIVAS .....	9
4.2	RESULTADOS TALLERES PARTICIPATIVOS .....	11
4.2.1	Amenazas identificadas y priorizadas .....	11
4.2.2	Zonas de mayor afectación .....	12
4.2.3	Factores de vulnerabilidad identificados .....	13
4.3	METODOLOGIA ANALISIS MULTICRITERIOS Y USO DE SIG .....	14
4.3.1	Marco teórico análisis multicriterio .....	14
4.3.2	Etapas del proceso .....	16
4.4	RESULTADOS ANÁLISIS MULTICRITERIO Y USO DE SIG.....	27
4.4.1	Vulnerabilidad a las inundaciones.....	27
4.4.2	Vulnerabilidad a la sequía .....	29
5.	Comparaciones del nivel de vulnerabilidad resultante del análisis entre métodos participativo y multicriterio.....	32
6.	Visión, líneas estratégicas y medidas de adaptación .....	33
6.6.1	Visión estratégica de adaptación .....	33
6.6.2	Propuestas de ejes estratégicos .....	33
6.6.3	Medidas de adaptación.....	35
7.	Bibliografía.....	55

## Lista de Tabla

Tabla 1.	División administrativa Municipio de Castañuela .....	7
Tabla 2.	Determinación de incidencia de la amenaza: Ejemplo Inundación .....	10
Tabla 3.	Determinación de las amenazas e impactos por sectores.....	12
Tabla 4.	Zonas de mayor vulnerabilidad en el Municipio de Castañuela de acuerdo con percepción participantes en los grupos de trabajo.....	13
Tabla 5	Escala de comparación Multicriterio Saaty .....	15
Tabla 6	Matriz del Índice de Consistencia .....	16
Tabla 7	Fuentes y formatos datos empleados.....	18
Tabla 8	Criterios y subcriterios usados para cálculo de la vulnerabilidad a la inundación.....	20
Tabla 9	Criterios y subcriterios usados para cálculo de la vulnerabilidad ante la sequía.....	21
Tabla 10	Matriz de Comparación de Pares Vulnerabilidad a la Inundación .....	24

Tabla 11 Matriz de Normalización de Vulnerabilidad a la Inundación .....	24
Tabla 12 Matriz de Consistencia Vulnerabilidad a la Inundación .....	25
Tabla 13 Matriz de Comparación de Sequía .....	25
Tabla 14 Matriz de Normalización Sequía .....	26
Tabla 15 Matriz de Consistencia .....	26
Tabla 16 Listado de barrios y clases de vulnerabilidad a la inundación municipio Castañuela..	29
Tabla 17 Listado de secciones y las clases de vulnerabilidad a la sequía Municipio Castañuela	31
Tabla 18 Comparaciones del análisis de vulnerabilidad de las metodologías participativa y de análisis multicriterio. ....	32
Tabla 19 : Líneas estratégicas Castañuela .....	36

## Lista de Figuras

Figura 1 División política-Administrativa del Municipio Castañuelas.....	7
Figura 2 Priorización de amenazas y análisis de vulnerabilidad de los trabajos en grupo .....	10
Figura 3. Participación de los actores locales en los talleres de vulnerabilidad Municipio de Castañuela. ....	11
Figura 4 Esquema del modelo AHP (Analytic Hierarchy Process).....	14
Figura 5 Estructura de jerarquía de decisiones método Saaty .....	15
Figura 6 Esquema pasos metodológicos determinación vulnerabilidades .....	17
Figura 7 Cálculo vulnerabilidad a la inundación .....	23
Figura 8 Cálculo vulnerabilidad a la sequía .....	23
Figura 9 Mapa de vulnerabilidad a la amenaza de inundación en el municipio de Castañuela.	27
Figura 10 Distribución porcentual de la vulnerabilidad a la amenaza de inundación en el municipio de Castañuela. ....	28
Figura 11 Vulnerabilidad de inundación tipificada a nivel de barrios/parajes del Municipio de Castañuela .....	28
Figura 12 Mapa de vulnerabilidad a la amenaza de sequía en el municipio de Castañuela .....	29
Figura 13 Distribución porcentual de las clases de vulnerabilidad a la sequía a en el municipio de Castañuela .....	30
Figura 14 Mapa de vulnerabilidad a la sequía por secciones municipales de Castañuela .....	31

## Acrónimos

A	
Vulnerabilidad alta	16
A.H	
Asentamientos Humanos	11
AHP	
Proceso de Jerarquía Analítica	6
APA	
Acelerador del Proceso de Adaptación	5
B	
Vulnerabilidad baj	16
CI	
Indice de Consistencia	15
CNCCMDL	
Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio	5
CVS	
Archivo cuyos Valores Separados por Comas	28
EPSG	
European Petroleum Survey Group,	17
ICV,	
Indice de la Calidad de Vida	19
IDERD	
Infraestructura de Datos Espaciales de República Dominicana	18
IR	
Radio de inconsistencia	16
M	
Vulnerabilidad moderada	16
M.V	
Medios de Vida	11
MA	
Vulnerabilidad Muy Alta	16
MB	
Vulnerabilidad muy baja	16
MCDA	
Análisis de Decisión de Criterios Múltiples	14
MEPyD.	
el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo	5
MIPYMES	
Micro, pequeñas y mediana empresas	8
NDC	
Contribuciones Determinadas a nivel Nacional	5
PMOT	
Planes Municipales de Ordenamiento Territorial	5
PNUD	
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	5
QGIS	
Quantum Geography information System	19
SIG	
Sistemas de Información Geográfica	9
SIUBEN	
Sistema Único de Beneficiarios	16
SRTM	
Shuttle Radar Topography Mission	18
UTM	
Universal Transverse Mercator	17
WGS 84	
World Geodetic System 1984	17
$\lambda_{\max}$	
Máximo autovalor de la matriz	16

## **1. ANTECEDENTES**

El cambio climático es uno de los mayores desafíos a los que se ha enfrentado la humanidad. El aumento de las temperaturas y los cambiantes patrones climáticos pueden intensificar mucho más las amenazas y generar desastres que resultan de la mayor frecuencia e intensidad de los eventos atmosféricos. La capacidad de los hogares y de las comunidades para adaptarse a estas nuevas condiciones depende de qué tan fuertes sean los sistemas naturales, humanos, financieros, sociales y de gobernanza de los que dependen para su sustento. En algunas situaciones estos sistemas son demasiado débiles y vulnerables para hacer frente a las consecuencias del cambio climático y a otras amenazas naturales o de origen humano.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el marco de su Programa País para la República Dominicana 2023-27 lleva a cabo la iniciativa Acelerador del Proceso de Adaptación (“Adaptation Pipeline Accelerator”, o “APA”), el cual busca acelerar la financiación de las prioridades de adaptación mediante un nuevo modelo de colaboración (dirigido especialmente al sector privado). El PNUD lleva a cabo esta iniciativa APA en coordinación con el gobierno nacional a través de sus puntos focales del “NDC Partnership”: el Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) y el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD).

En atención a este Programa, los socios seleccionaron los municipios de Yamasá, Monte Plata y Castañuela para iniciar un proceso piloto a nivel municipal mediante una consultoría que permita definir la caracterización de la vulnerabilidad y las prioridades de financiación de las medidas de adaptación identificadas. Esta elección se fundamenta en los resultados obtenidos del Estudio de índices de vulnerabilidad y riesgo ante la variabilidad y el Cambio Climático realizado por MEPyD, así como de la consideración de algunos municipios donde se llevarán a cabo acciones para la elaboración de Planes Municipales de Ordenamiento Territorial (PMOT) en el mediano plazo.

Como objetivos específicos se han considerado los siguientes:

1. Utilizar y adaptar metodologías existentes a escala infra-municipal para identificar y caracterizar zonas vulnerables y proponer acciones de adaptación relevantes e inclusivas;
2. Identificar y caracterizar las zonas vulnerables en al menos 3 municipios y 3 zonas por municipio y proponer acciones de adaptación.
3. Capacitar actores locales en al menos 3 municipios en la identificación y caracterización de zonas vulnerables en la escala municipal y determinación de medidas de adaptación.
4. Diseñar una hoja de ruta realista e idealmente financiada para implementación de las medidas de adaptación identificadas.

## **2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

La metodología propuesta por la MEPYD para la caracterización de la vulnerabilidad climática de los municipios de Yamasá, Monte Plata y Castañuelas, se concentra con la construcción de indicadores cuantitativos de la sensibilidad y la capacidad adaptativa a nivel municipal, y orientada a 4 sectores tales como son Medios de vida de los Hogares,

Asentamientos Humanos, Agricultura y Turismo. De la conjunción de estos índices sectoriales se construye un índice agregado de vulnerabilidad para cada municipio.

Los objetivos de la consultoría se orientan a realizar un “downscaling” de la metodología, es decir, desarrollar el análisis a nivel administrativos más segregados como son secciones, barrios o parajes. Sin embargo, las primeras limitaciones para realizar esta adecuación es la disponibilidad de datos de las variables que puedan ser usadas como indicadores socioeconómicas o físicas para el análisis de sensibilidad y de la capacidad adaptativa en cada uno de esos sectores a estos niveles de más detalles. Muchas de estas variables tendrían que levantarse a través de encuestas y procesos de análisis que llevarían más tiempo que lo establecido para la consultoría.

Otra limitación ha sido, la dificultad y espera de coordinación con los ayuntamientos y organizaciones locales debido a los procesos electorarios tanto municipales y presidenciales afectando el ritmo de los trabajos con los actores del territorio.

Por otro lado, el recorte de la planificación de tiempo aprobado para la entrega de los productos en el marco de la consultoría como consecuencias de fuerte presiones de los donantes internacionales que a través del PNUD impulsan esta consultoría.

Debido a estas dificultades anteriores, el estudio desarrolló un doble proceso metodológico, con una primera fase participativa y de percepción con los actores locales acerca de las principales amenazas, impactos, factores de vulnerabilidad y elaboración de medidas de adaptación. Con esto se procura poder integrar a los ayuntamientos y actores locales, en procesos de cambios políticos debido a las elecciones, y tener un primer nivel de información que nos permitiera identificar cuales posibles indicadores se requerirían a estos niveles de más detalle administrativos y cuan disponibles estaban los datos para satisfacer los requerimientos del análisis. De esta metodología en más detalle en el punto correspondiente.

En la segunda fase metodológica, y partiendo de los insumos referenciales obtenidos en la primera fase, se desarrolla un análisis multicriterio, basado en la técnica de Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), para las amenazas principales identificadas identificando los niveles de vulnerabilidad en un esquema cuantitativo.

### **3. CONTEXTO MUNICIPIO DE CASTAÑUELA**

El municipio de Castañuelas se encuentra conformando parte de la provincia Monte Cristi junto a los municipios Guayubín, Las Matas de Santa Cruz, Pepillo Salcedo, Villa Vásquez y Monte Cristi. De acuerdo con la Oficina Nacional de estadísticas (ONE, 2022), este presenta una extensión de 86.8 km<sup>2</sup> y una densidad poblacional de 233 hab/km<sup>2</sup>. Al norte comparte planicies con San Fernando de Monte Cristi y Villa Vásquez, al oeste continúa hasta el sur suroeste de su territorio, bordeado por el territorio de San Fernando de Monte Cristi, mientras al sur, por la parte Loma de Castañuelas, queda limitado por el Municipio de Las Matas de Santa Cruz y al Sureste, por la parte de Jobo Corcovado, limita con la porción territorial del Municipio de Guayubín de Bohío Viejo

El Municipio está dividido administrativamente en 2 distritos municipales. (Figura 1) y tiene una población total de 18,588 habitantes, de las cuales aproximadamente el 52.5 % son hombres y el restante 47.5% son mujeres. De la población total, la mayor

concentración se encuentra en el distrito cabecera de Castañuelas con aproximadamente el 59% y en el restante 41 % vive en el Distrito de Palo Verde. además de los distritos mencionados previamente, hay 8 secciones y 26 barrios/parajes. (Tabla 1). (ONE, 2021)



**Figura 1 División política-Administrativa del Municipio Castañuelas**

La zona urbana de Castañuelas es la cabecera del municipio con la mayor concentración de actividades privadas, oficiales, políticas, sociales, comerciales y culturales. Está compuesta por 3 secciones y 12 barrios/parajes, entre los que se encuentran - Bella Vista, Centro del Pueblo, El Palmar, el Cambrón, Santa Mónica, San Martin de Porres, Castañuelas, Loma de Castañuelas, Jobo Corcovado, La Capitalita, Lozano, Punta Garza,

El Distrito Palo Verde, está conformada por 5 secciones (incluyendo la zona urbana) y 14 barrios/parajes. (Tabla 1). (ONE, 2021).

**Tabla 1. División administrativa Municipio de Castañuela.**

Municipio	Distrito Municipal	Sección	Paraje	Barrios
Castañuela	Castañuelas	Castañuelas (zona urbana)	Castañuelas	Bella Vista, Centro del Pueblo, El Palmar, el Cambrón, Santa Monica, San Martin de Porres o Rincón Caliente
			Lomas de Castañuela	-
		Castañuelas (Lozano)	Jobo Corcovado	-
			La Capitalita	-
			Lozano	-
		Punta de Garza	-	
		Pob. Total: 18,588	Pob. Total 10,931	
H: 9,765	H: 5,574			
M: 8,823	M: 5,357			

	Palo Verde	Palo Verde (zona urbana)	Palo Verde	Los Barrancones, Centro del Pueblo, La Reforma y Los Solares
	Pob. Total: 7,657	El Vigador	El Vigador,	-
			Molino Sucio	-
	H: 4,191	Magdalena	La Magdalena,	-
			El Yaguarizo	-
	M: 3,466	Hato Viejo	Hato Viejo	-
		El Ahogado	El Ahogado	-
			Finca Maule	-
			Los Chichiguaos	-

Los suelos del municipio de Castañuela están compuestos mayormente por sabana arenosa de permeabilidad lenta ubicado en la Asociación Maguaca y de suelos volcánicos y metamórficos con topografía alomada muy alomada sobre esquistos (acidas) recogidos en la Asociación de Mención. La mayor parte de las tierras del municipio de Castañuelas están clasificadas como aptas para el cultivo agrícola de II y IV, mientras que otras se consideran no aptas (clases V y VI) aunque puede utilizarse para el cultivo, siempre con métodos de mecanización modernos y una administración estricta.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 21 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 19 °C o sube a más de 35 °C. El mes más cálido del año en Castañuelas es julio, con una temperatura máxima promedio de 33 °C y mínima de 25 °C. El mes más frío del año en Castañuelas es enero, con una temperatura mínima promedio de 21 °C y máxima de 29 °C. (Weather Spark, s.f.)

La precipitación promedio anual para el municipio es de 326 mm: hay dos períodos húmedos, el primero corresponde al mes de mayo con aproximadamente 44 mms de precipitación y los meses de octubre y noviembre con 40 mms cada uno. Intercalados a estos hay dos períodos de menor pluviometría, el primero que va de diciembre a abril, siendo marzo el de menor cantidad de lluvia con 17 mms; y un segundo período que va desde junio hasta septiembre, siendo julio el de menor valor con 18 mms.

Las actividades económicas del municipio de Castañuelas provienen principalmente de las actividades agropecuarias, producción de arroz, producción bananera, crianza de chivo, ovejos y ganado vacuno. Así como industrias vinculadas al procesamiento del arroz y exportación de bananos, comercio y MIPYMES. Este municipio mantiene relaciones comerciales con la provincia Santiago, para el procesamiento de su producción de arroz que se realiza principalmente en el municipio Navarrete. Asimismo, con la provincia Valverde para la venta de su producción de banana y con el muelle de Manzanillo para las exportaciones del banano orgánico.

El municipio cuenta con un registro de 8, 079 viviendas de la cuales el 84 % se encuentran ocupadas, un 15% están desocupadas y el 1% restante corresponde a viviendas colectivas. El promedio de persona por hogar es 2.5 En todo el Municipio de Castañuelas para 2010 se registraba un total de 5,434 hogares. El municipio en su totalidad registraba 60.2% de hogares con niveles promedios de índice de calidad de vida (ICV), 51.7% de hogares

pobres y 16.15% de hogares en extrema pobreza. (Ayuntamiento Municipal de Castañuela, 2020).

#### **4. CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD**

La caracterización de la vulnerabilidad del territorio se trabajó en dos esquemas: a) Análisis de las amenazas más importantes y los factores de vulnerabilidad basados en la percepción de los actores locales considerados en talleres y consultas participativas; b) Análisis multicriterio y uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La idea final es poder comparar como se ajustan las informaciones y resultados de la percepción con los resultados de metodologías de análisis multicriterio y valorar la potencialidad de estas técnicas en las tomas de decisiones de medidas de adaptación futura ante los eventos climatológicos cada día más impactantes en los territorios.

##### **4.1 METODOLOGIA ANALISIS MEDIANTE CONSULTAS PARTICIPATIVAS**

Para la ejecución de los trabajos, la metodología contempló los siguientes pasos:

1. Realización de talleres de consultas participativas, las cuales fueron orientadas siguiendo la combinación de varias guías que nos permitiera desarrollar las discusiones con los ayuntamientos y los actores locales. (PNUD\_SERNA, 2013) (Brot für die Welt, 2020) (GIZ, 2017). Se realizaron 2 talleres convocados por el ayuntamiento de Castañuela, uno en abril con las autoridades salientes y otra en junio con las autoridades entrantes, así como diferentes actores de la sociedad local. Como resultado de estos talleres se pudo obtener la identificación de las amenazas climáticas que afectan el territorio, priorización de estas, zonas de mayor afectación, frecuencia, factores de vulnerabilidad asociado, recursos y actores afectados. (Ver figuras 2 y 3).
2. Los trabajos de análisis participativo contemplaron los siguientes pasos:
  - Presentaciones tanto del proyecto y sus objetivos, así como del fenómeno del cambio climático.
  - Identificación de las amenazas e impactos a través de lluvias de ideas y colocación en tarjetas de cada participante
  - Priorización de las amenazas mediante la valoración individual de cada miembro de la plenaria.
  - Análisis y creación de una matriz de vulnerabilidad. Aquí se dividieron en grupos tomando cada uno una amenaza priorizada. En este ejercicio se identificaron la vulnerabilidad relacionada a la amenaza en cuestión, los factores de la sensibilidad y la capacidad de adaptación. (Tabla 2).





**Figura 3. Participación de los actores locales en los talleres de vulnerabilidad Municipio de Castañuela.**

#### **4.2.1 Amenazas identificadas y priorizadas**

Como resultado de los trabajos en grupos, las amenazas hidrometeorológicas más importante los constituyeron, la inundación y la sequía.

Como parte del proceso se identificaron una serie de impactos en los sectores de Asentamientos Humanos (A.H), Medios de Vida (M.V), Agropecuaria (Agro) y Turismo (Tur) tal como se observa en la tabla 3.

La sequía presenta gran significancia en los sectores de Medio de Vida y la Agricultura principalmente por la reducción de la producción y actividad comercial vinculada a esta y la reducción de ingresos a los productores y comerciantes.

En cuanto a las inundaciones, ciclones y lluvias fuertes, generan gran impacto en las viviendas, infraestructura de caminos, en la actividad económica en general y en la agricultura en particular sobretodo el cultivo del arroz, de gran importancia en este municipio.

**Tabla 3. Determinación de las amenazas e impactos por sectores**

Amenazas	Impactos	Asentamientos Humanos	Agropecuaria	Medios de Vida	Turismo
Inundaciones	Daños a la vivienda	XXX	XX	XXX	X
	Daños a la agricultura		XXX	XXX	
	Daños a la actividad económica	X	XX	XX	
	Propagación de enfermedades (Malaria, dengue, etc.) y daño a la salud	XXX	XXX	XX	X
Ciclones	Daños a la vivienda	XXX	XXXX	XXX	X
	Daños a la agricultura				
	Daños a la actividad económica				
	Daño vida humana				
Sequía	Daños a la agricultura y a la ganadería	X	XXX	XX	X
Lluvias Fuertes	Daños a la agricultura y ganadería	XX	XXX		X
	Daños a la vivienda	XXX	X	XXX	X
	Daños a la infraestructura vial	XX		XX	X

#### 4.2.2 Zonas de mayor afectación

De acuerdo con la percepción de los participantes en los talleres realizados, prácticamente el municipio de Castañuela es impactado en casi toda su totalidad por la ocurrencia de algunos de estos eventos, principalmente el de las inundaciones independientemente si esta proviene como consecuencia de huracanes o de las lluvias fuertes.

Como se ve en la tabla 4, muchos de los barrios y parajes aparecen repetidos en los distintos eventos siendo el resultado de las discusiones de los grupos divididos en eventos hidrometeorológicos. Zonas como El Palmar, Palo Verde, Santa Monica, Magdalena, Los Bomberos, Castañuela y otros, aparecen constantemente como áreas de grandes vulnerabilidades ante los impactos del clima.

**Tabla 4. Zonas de mayor vulnerabilidad en el Municipio de Castañuela de acuerdo con percepción participantes en los grupos de trabajo.**

<b>Amenazas</b>	<b>Zonas, Barrios, Parajes</b>
Inundaciones	Castañuela, El Palmar, Santa Monica, Loma Abajo, Rincón Caliente, Samán, Palo Verde, Magdalena, Los Bomberos
Ciclones	Castañuela, El Palmar, Santa Monica, Loma Abajo, Rincón Caliente, Samán, Palo Verde, Magdalena, Los Bomberos, San Martín, Jobo Cocorbao,
Sequía	Castañuela, Palo Verde, Magdalena, Jobo Cocorbao, Punta de Agua, La Capitalita, Los Sanos, Los Cajuales
Lluvias Fuertes	Castañuela, El Palmar, Santa Monica, El Samán, Colina del Yaque, Magdalena, Palo Verde, Bella Vista, San Martín, Los Bomberos, El Patanal

#### 4.2.3 Factores de vulnerabilidad identificados

En términos geomorfológicos, la pendiente llana y los tipos de suelos, la gran mayoría con problema de drenaje, contribuyen en gran medida a los niveles de mayor vulnerabilidad en el municipio. A esto se le suma, que el sustento económico principal del municipio está ligado significativamente a las actividades agropecuarias y comerciales, siendo la primera representada por los cultivos de arroz y banano, así como la crianza de ganado vacuno.

Desde el punto de vista de la sensibilidad socioeconómica, el nivel de la pobreza es también un factor importante, ya que la pobreza representa un poco más del 50% de los hogares y mientras que el de extrema pobreza ronda un poco menos del 20%. Estos hogares pobres generalmente están asociados a las zonas geográficas más críticas del municipio (Ayuntamiento Municipal de Castañuela, 2020). Esto influye fuertemente en la calidad de sus viviendas afectando su capacidad de resistir los impactos de estos eventos y así como también en su capacidad de recuperación, una vez estos han ocurrido.

## 4.3 METODOLOGIA ANALISIS MULTICRITERIOS Y USO DE SIG

### 4.3.1 Marco teórico análisis multicriterio

El análisis de la vulnerabilidad se llevó a cabo mediante el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), que es uno de los procedimientos más conocidos de Análisis de Decisión de Criterios Múltiples (MCDA). El enfoque del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), propuesto por Thomas Saaty, es un recurso efectivo para abordar decisiones complejas y determinar prioridades. (Merino-Benítez, 2021). El AHP limita las decisiones complicadas a un conjunto de comparaciones entre pares de los diferentes criterios utilizados (Ortega-Ordóñez, Marzo, 2021) y posteriormente sintetiza los resultados mediante la obtención de los pesos y las prioridades, contribuyendo así a identificar los elementos subjetivos y objetivos de una decisión. De hecho, la técnica AHP está basada en la suposición de que el analista puede de forma más fácil elegir un valor de comparación que un valor absoluto. Los juicios verbales son trasladados a una escala numérica de puntuación. (Montero, Febrero, 2022) (Ver figura 4).

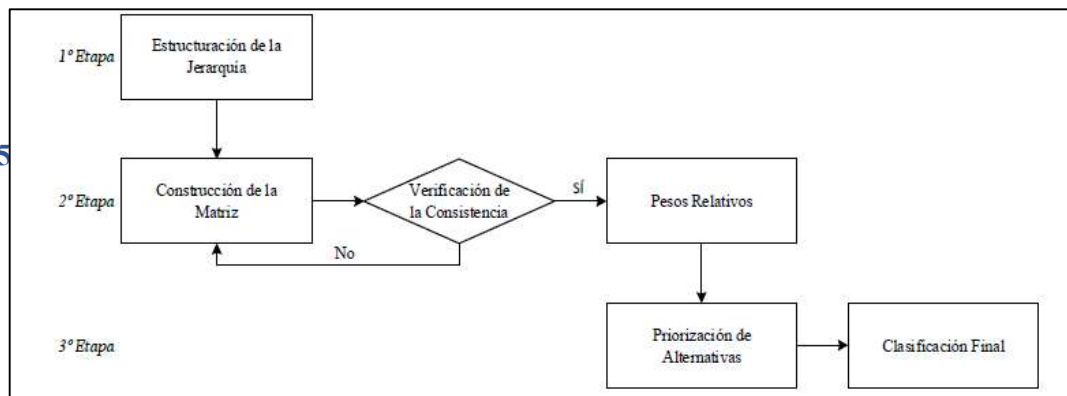
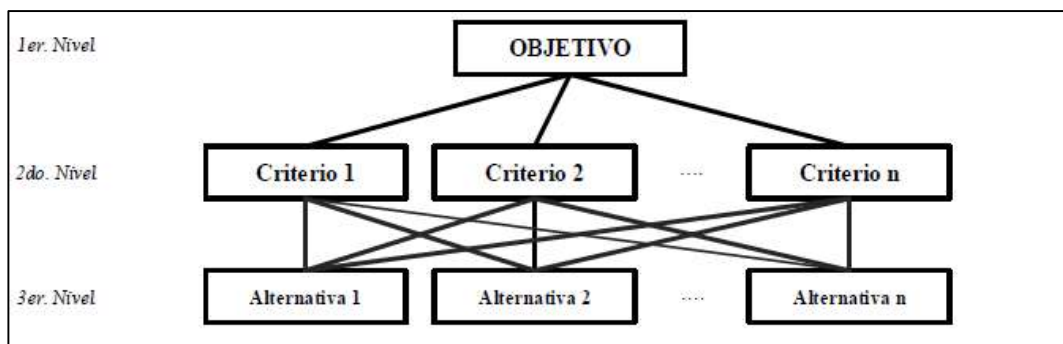


Figura 4 Esquema del modelo AHP (Analytic Hierarchy Process)

El método se basa en la organización de un problema complejo en una estructura de varios subcriterios, hasta llegar a un nivel inferior de alternativas. (Figura 5). Se realizan comparaciones entre pares, valorando su importancia comparativa en respecto al objetivo seleccionado representándolas mediante matrices que enfrentan los criterios, subcriterios y alternativas en filas y columnas.

Además, el AHP incluye un método eficaz para verificar la coherencia de las evaluaciones del encargado de la toma de decisiones, mediante un análisis de consistencia disminuyendo así la probabilidad de equivocaciones.



**Figura 5 Estructura de jerarquía de decisiones método Saaty**

La distribución de ponderaciones se efectúa a través de una escala numérica de valores o jerarquías, que varía entre un valor más bajo de 3 (de menor importancia) y un valor más alto de 9 (de más importancia). Sólo se alcanzarán valores de 1 en la diagonal de la matriz, cuando dos factores distintos tengan el mismo valor de importancia. (Tabla 5).

**Tabla 5 Escala de comparación Multicriterio Saaty**

Valores	Definición
Valores principales	
1	Igual
3	Moderadamente Importantes
5	Importancia grande
7	Importancia muy grande
9	Importancia extrema
Valores intermedios	
2	Entre igual y moderadamente importante
4	Entre moderadamente e importancia grande
6	Entre importancia grande e importancia muy grande
8	Entre importancia muy grande e importancia extremas.

El AHP utiliza un método efectivo para verificar la coherencia de las evaluaciones (SAATY, 1987). Pevio a establecer una inconsistencia, se requiere calcular el índice de consistencia (CI) de una matriz de juicios  $n \times n$ , en la que CI se define por:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Donde  $\lambda_{\max}$  es el máximo autovalor de la matriz.  
De esta forma IR es definido por:

$$I_R = \frac{CI}{RI}$$

Donde RI es el valor aleatorio promedio de CI para una n x n matriz. (Ver tabla 6)

**Tabla 6 Matriz del Índice de Consistencia**

n	3	4	5	6	7	8	9	10
ICA	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

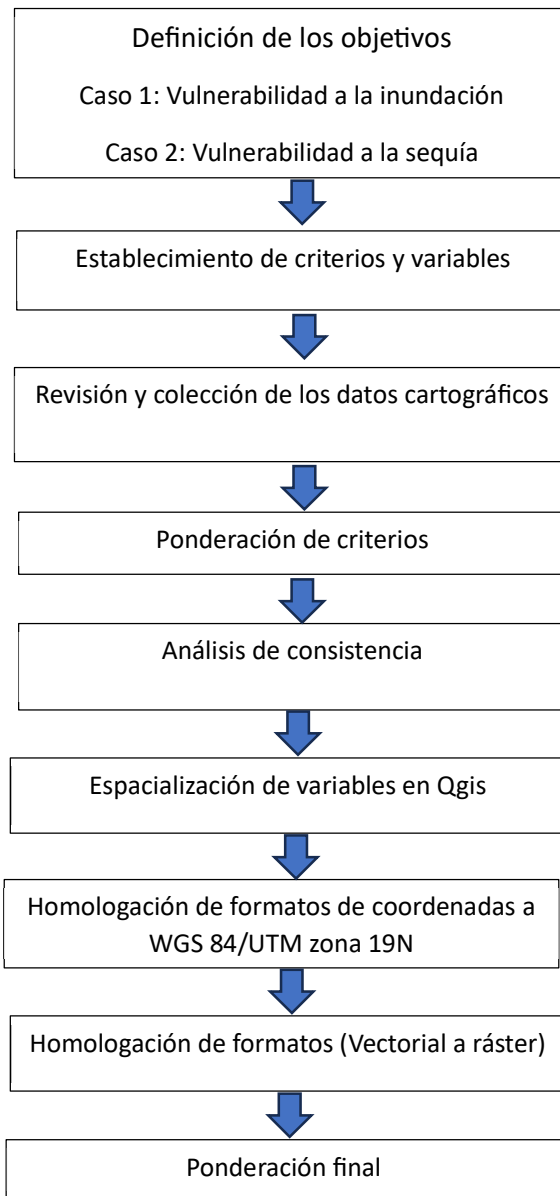
Los juicios pueden ser considerados aceptables si IR es inferior o igual a **0.1**. En casos de inconsistencia, el proceso de evaluación para la matriz es inmediatamente repetido.

Estos análisis de las comparaciones y de la consistencia se realizaron en el programa de manejo de base de datos de EXCEL. Posteriormente, se hizo uso de las herramientas de geoprocementos mediante la superposición ponderada de las diferentes variables cartográficas, lo cual permitió cruzar los criterios de análisis de manera imparcial, dando como resultado la definición de 5 clases de vulnerabilidad que van desde Muy Alta (MA), Alta (A), Moderada (M), Baja (B) y Muy Baja (MB).

#### 4.3.2 Etapas del proceso

La construcción del índice de vulnerabilidad a nivel infra-municipal está orientado mayormente a las amenazas priorizadas en los diferentes talleres y trabajos participativos realizados en el municipio de Castañuela. Con esto se establece como objetivo la determinación de la vulnerabilidad a las amenazas de la inundación y a la sequía, considerados de gran importancia por los actores locales. En la figura 6, se presenta el esquema de los pasos realizados para el análisis.

Una vez establecido claramente los objetivos, se procedió a identificar una serie de variables cuya información estuvieran disponibles y consideradas factores importantes en la determinación de las vulnerabilidades ante las amenazas definidas. Este es un paso crucial, pues representa uno de los retos principales para realizar una evaluación cuantitativa y objetiva debido a la falta de disponibilidad de información a nivel más segregados que el nivel municipal, la periodicidad y la dificultad de recopilación (formatos, accesibilidad a la base de datos, etc.). Se llevó a cabo una búsqueda de información cartográfica consultando diferentes portales de datos abiertos dentro del territorio nacional y que provienen de fuentes oficiales, así como también datos e información secundaria, tales como datos de población y demografía, información socioeconómica y de educación en fuentes como son la Oficina Nacional de Estadísticas, El Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, ayuntamiento municipal de Castañuela, Ministerio de Medio Ambiente, Comisión de Operaciones de Emergencias, Ministerio de Agricultura, SIUBEN, entre otros. (Ver tabla 7)



**Figura 6 Esquema pasos metodológicos determinación vulnerabilidades**

Tomando en consideración la localización del área de interés, se realiza el proceso de verificación del sistema de coordenadas de la información cartográfica y se realizan las respectivas transformaciones para que toda la información esté en el sistema de referencia métrica que permita realizar las cálculos ráster posteriores: EPSG: 32619-WGS 84/UTM 19N. (IGN, 2023 ).

**Tabla 7 Fuentes y formatos datos empleados**

Tipo de información	Representación	Caracterización	Formato de los datos	Fuente
Cartografía básica	División política-administrativa	Municipio, secciones, barrios/parajes	Vectorial	Geo portal Infraestructura de Datos Espaciales de la República Dominicana (IDERD): ( <a href="https://iderd.gob.do/">https://iderd.gob.do/</a> , s.f.)
	Red de drenaje	Hidrografía	Vectorial	SRTM DATA: ( <a href="https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/">https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/</a> , s.f.)
	Polígonos de viviendas	Poblados urbanos y rurales	Vectorial	Google, (buildings_footprint): ( <a href="https://sites.research.google/gr/open-buildings/">https://sites.research.google/gr/open-buildings/</a> , s.f.)
	Red vial	Carreteras y caminos	Vectorial	Open Street Map  <a href="https://www.openstreetmap.org/#map=8/18.741/-70.162">https://www.openstreetmap.org/#map=8/18.741/-70.162</a>
Cartografía temática	Pendientes	Pendientes	Raster	SRTM DATA: ( <a href="https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/">https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/</a> , s.f.)
	Suelos	Drenaje y retención de humedad del suelo	Vectorial	(Dirección de Información Ambiental, s.f.) <a href="https://ambiente.gob.do/">https://ambiente.gob.do/</a>
	Uso y cobertura	Uso y cobertura de la tierra	Ráster	(Ministerio de Economía, PPlanificación y Desarrollo, 2022). MEPyD
	Índice de Calidad de Vida (ICV)	Calidad de vida	Vectorial	(SIUBEN, 2018)
	Características vivienda (Pared, techo y piso)	Nivel de pobreza	Vectorial	(SIUBEN, 2018)
Meteorología	Temperatura	Balance hídrico/disponibilidad de agua	Ráster	( <a href="https://www.worldclim.org/data/index.html">https://www.worldclim.org/data/index.html</a> , s.f.) Global climate and weather data: <a href="https://www.worldclim.org/">https://www.worldclim.org/</a>
	precipitación		Ráster	
	Evapotranspiración		Ráster	

Contando con la información existente y los mapas temáticos, se procedió, siguiendo la metodología AHP de Saaty, a establecer la comparación y jerarquización de las variables

y dar los pesos ponderados a cada una de ellas en el programa de Excel y posteriormente se realizó la combinación de estos usando las potencialidades del SIG QGIS 3.38. Como se establece la metodología AHP se realizó también el análisis de consistencia para garantizar la coherencia de las comparaciones y los pesos dados a cada variable, donde se establece que valores por debajo de 0.10 son aceptados como válidos. Este proceso se repite para cada variable, subvariables y clases hasta tener los pesos ponderados de cada uno de ella.

En la tabla 8 se presentan los criterios y subcriterios utilizados para el cálculo de la vulnerabilidad a la inundación con los valores de jerarquización de acuerdo con la escala de Saaty, el nivel de jerarquización, yendo del rango mayor de vulnerabilidad al menor, así como los pesos ponderados de cada una de ellas. Estos criterios o variables usados fueron: a) Drenaje del suelo, b) Pendiente del terreno, c) La cercanía o distancia a ríos, cañadas, etc.; d) Nivel de densidad de infraestructuras de viviendas para medir la concentración de la población, e) La Calidad de vida de la población (Índice ICV), f) Característica del tipo de vivienda, usado como un proxy para medir su nivel pobreza, al igual que el ICV. Los subcriterios pared, techo y piso son usados para determinar la importancia relativa en el criterio característica de la vivienda, que es la que finalmente entra en el análisis como una variable compuesta.

En la tabla 9 se presentan los criterios y subcriterios utilizados para el cálculo de la vulnerabilidad ante la sequía, con el mismo enfoque AHP: Estos criterios o variables usados fueron: a) Uso y cobertura del suelo, b) Retención de humedad del suelo, c) Pendiente del terreno, d) Densidad de viviendas e) Calidad de vida de la población (Índice ICV), e) Densidad hídrica y f) Disponibilidad de agua basado en el balance hídrico anual del municipio.

La mayoría de las variables aquí presentadas, por provenir de una información cartográfica (Shapefile), ya tienen una dimensión espacial para usar en el marco de la calculadora ráster del programa QGIS. Sin embargo, en el caso de los criterios de ICV y Características de la vivienda, hubo que crearles un índice espacial para poder relacionarlos en el proceso de calculación. Es decir, los valores de estos dos criterios provienen de los resultados de la encuesta realizada por SIUBEN en forma de puntos, los cuales se les realizó una agregación de estos y se hizo un corte cartográfico a nivel de la unidad de barrios/parajes para relacionarlos a esta unidad espacial. Posteriormente, mediante el análisis del promedio ponderado de las clases que comprendían estos criterios para cada unidad cartográfica de los barrios/parajes se obtuvo los valores promedio en cada barrio/paraje. Esta información de ponderación se encuentra en el anexo.

La fórmula del promedio de ponderación usada fue: (<https://www.probabilidadyestadistica.net/promedio-ponderado/>, s.f.)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{x_1 w_1 + x_2 w_2 + x_3 w_3 + \dots + x_n w_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}$$

Donde  $\sum$  = sumatoria

x = serie de datos numéricos de los valores obtenidos de las clases en cada unidad espacial usada (barrio, parajes o sección)

W = peso de los valores numéricos obtenido en la matriz de comparación y normalización de pares

$\bar{x}$  = Promedio ponderado

**Tabla 8 Criterios y subcriterios usados para cálculo de la vulnerabilidad a la inundación**

Criterios y subcriterios	Peso Matriz Saaty	Clases	Jerarquización	Rangos de Vulnerabilidad	Peso Ponderado
<b>Drenaje del suelo</b>	9	Muy pobremente drenado	4	Muy Alto	0.38
	7	Pobremente drenado	3	Alto	0.28
	5	Bien drenado	2	Medio	0.21
	3	Algo excesivo a excesivo	1	Bajo	0.13
<b>Pendiente del terreno</b>	9	0-4%	6	Muy Alto	0.30
	8	4-8%	5	Alto	0.24
	7	8-16%	4	Medio	0.17
	5	16-32%	3	Bajo	0.13
	3	32-64%	2	Muy Bajo	0.10
	2	> 64%	1	Excesivamente bajo	0.07
<b>Cercanía a cuerpos de agua</b>	9	Menos de 200 metros	3	Alto	0.43
	7	De 200-500 metros	2	Medio	0.33
	5	De 500 a 1000 metros	1	Bajo	0.24
<b>Densidad de Vivienda</b>	9	> 1000 viv/km <sup>2</sup>	5	Muy alto	0.33
	7	500-1000 viv/km <sup>2</sup>	4	Alto	0.26
	5	200-500 viv/km <sup>2</sup>	3	Moderado	0.19
	4	50-200 viv/km <sup>2</sup>	2	Bajo	0.15
	2	<50 viv/km <sup>2</sup>	1	Muy Bajo	0.07
<b>ICV</b>	9	0 - 45.2106 (ICV1)	4	Pobreza extrema	0.43
	6	45.2106 - 61.0979 (ICV2)	3	Pobreza Moderada	0.29
	4	61.0979 - 72.0862 (ICV3)	2	Estrato Socioeconómico Medio	0.19
	2	72.0862 - 100 (ICV4)	1	Estrato Socioeconómico Alto	0.10

<b>Característica vivienda</b>	9	Valor ponderado >0.35	4	Muy poco resistente	0.38
	7	Valor ponderado entre 0.32-0.35	3	poco resistente	0.29
	5	Valor ponderado entre 0.28-0.32	2	Medianamente resistente	0.21
	3	Valor ponderado <0.28	1	Resistente	0.13

<b>Pared</b>	7	zinc, tejamanil, tablar de palma	3	Débil	0.47
	5	Madera	2	Moderado	0.33
	3	Blockes de construcción	1	Fuerte	0.20

<b>Techo</b>	5	Yagua - Cana, otros	3	Débil	0.50
	3	Zinc-asbesto, cemento	2	Moderado	0.30
	2	Concreto	1	Fuerte	0.20

<b>Piso</b>	6	Tierra	3	Débil	0.55
	3	Madera	2	Moderado	0.27
	2	Cemento/Granito/Cerámica	1	Fuerte	0.18

**Tabla 9 Criterios y subcriterios usados para cálculo de la vulnerabilidad ante la sequía**

Criterios	Peso Matriz Saaty	Clases	Jerarquización	Rangos de Vulnerabilidad	Peso Ponderado
<b>Cobertura y usos del suelo</b>	9	Zonas agrícolas	4	Muy alto	0.38
	7	Zonas Urbanas	3	Alto	0.29
	5	Bosques y Plantas Perennes	2	Moderado bajo	0.21
	3	Cuerpos de agua/Humedales	1	Bajo	0.13

<b>Densidad de Vivienda</b>	9	> 1000 viv/km <sup>2</sup> (5)	5	Muy alto	0.33
	7	500-1000 viv/km <sup>2</sup>	4	Alto	0.26
	5	200-500 viv/km <sup>2</sup>	3	Moderado	0.19
	4	50-200 viv/km <sup>2</sup>	2	Bajo	0.15
	2	<50 viv/km <sup>2</sup> (1)	1	Muy Bajo	0.07

<b>Pendiente del terreno</b>	9	> 64%	6	Muy Alto	0.07
	8	32-64%	5	Alto	0.10
	7	16-32%	4	Medio	0.13

	5	8-16%	3	Bajo	0.17
	4	4-8%	2	Muy Bajo	0.24
	2	0-4%	1	Excesivamente bajo	0.3

<b>Retención de humedad del suelo</b>	9	Baja retención de humedad	4	Muy alta	0.38
	7	Moderada retención de humedad	3	Alta	0.29
	5	Alta retención de humedad	2	Moderada	0.21
	3	Muy alta retención de humedad	1	Baja	0.13

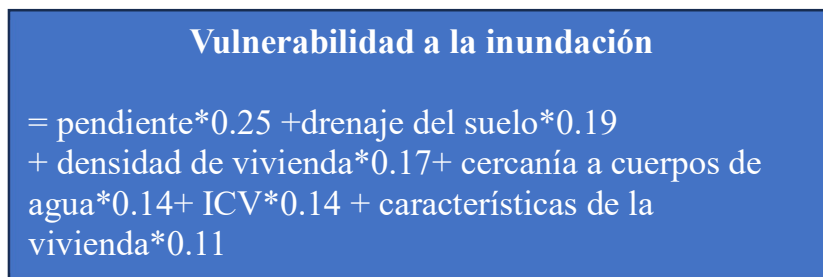
<b>Densidad hídrica</b>	9	Muy baja densidad hídrica	5	Muy alta	0.28
	8	Baja densidad hídrica	4	Alta	0.25
	7	Moderada densidad hídrica	3	Moderada	0.22
	5	Alta densidad hídrica	2	Baja	0.16
	3	Muy alta densidad hídrica	1	Muy Baja	0.09

<b>Disponibilidad de agua (BH)</b>	9	Déficit muy alto	8	Muy alto	0.22
	8	Déficit alto	7	Alta	0.19
	7	Déficit moderado	6	Moderadamente alta	0.17
	6	Déficit bajo	5	Bajo	0.14
	5	Recarga moderada	3	Moderadamente bajo	0.12
	4	Recarga alta	2	Bajo	0.09
	3	Recarga muy alta	1	Muy bajo	0.07

<b>ICV</b>	9	0 - 45.2106 (ICV1)	4	Pobreza extrema	0.43
	6	45.2106 - 61.0979 (ICV2)	3	Pobreza Moderada	0.29
	4	61.0979 - 72.0862 (ICV3)	2	Estrato Socioeconómico Medio	0.19
	2	72.0862 - 100 (ICV4)	1	Estrato Socioeconómico Alto	0.10

La matriz de comparación de pares, ponderación y evaluación de consistencia para la vulnerabilidad a la inundación en el municipio de Castañuela se realizó en Excel, como se muestra en las tablas 10, 11 y 12. Mientras que en las tablas 13, 14 y 15 se muestran estas informaciones para la vulnerabilidad a la sequía.

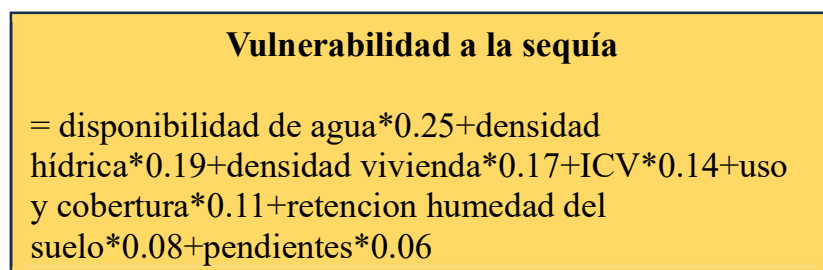
Como se mencionó anteriormente, los valores ponderados se usaron para realizar la clasificación de los criterios y subcriterios en las capas cartográficas tanto vectoriales como ráster. Esta tabla en Excel se exporta al sistema QGIS donde se une a las diferentes capas vectoriales y luego se procede a convertir estas en formato ráster donde cada píxel asume el valor del atributo y el peso otorgado. Esto permite obtener seis (6) capas formato ráster para el cálculo de la vulnerabilidad a la inundación y siete (7) en el caso de la vulnerabilidad a la sequía. Mediante la aplicación de la sumatoria linealmente ponderada se obtiene la capa final o resultante para la vulnerabilidad a ambas amenazas. La fórmula de esta sumatoria lineal ponderada de las capas en el caso de la inundación y la sequía sería de la siguiente forma como se muestran en las figuras 7 y 8:



**Vulnerabilidad a la inundación**

$$= \text{pendiente} * 0.25 + \text{drenaje del suelo} * 0.19 + \text{densidad de vivienda} * 0.17 + \text{cercanía a cuerpos de agua} * 0.14 + \text{ICV} * 0.14 + \text{características de la vivienda} * 0.11$$

**Figura 7 Cálculo vulnerabilidad a la inundación**



**Vulnerabilidad a la sequía**

$$= \text{disponibilidad de agua} * 0.25 + \text{densidad hídrica} * 0.19 + \text{densidad vivienda} * 0.17 + \text{ICV} * 0.14 + \text{uso y cobertura} * 0.11 + \text{retencion humedad del suelo} * 0.08 + \text{pendientes} * 0.06$$

**Figura 8 Cálculo vulnerabilidad a la sequía**

**Tabla 10 Matriz de Comparación de Pares Vulnerabilidad a la Inundación**

Criterios que definen la vulnerabilidad		Características de la Vivienda	ICV	Cercanía a cuerpos de agua	Drenaje suelo	Pendientes	Densidad viviendas
		4	5	5	7	9	6
Características de la Vivienda	4	1.00	0.80	0.80	0.57	0.44	0.67
ICV	5	1.25	1.00	1.00	0.71	0.56	0.83
Cercanía a cuerpos de agua	5	1.25	1.00	1.00	0.71	0.56	0.83
Drenaje suelo	7	1.75	1.40	1.40	1.00	0.78	1.17
Pendientes	9	2.25	1.80	1.80	1.29	1.00	1.50
Densidad viviendas	6	1.50	1.20	1.20	0.86	0.67	1.00
<b>Total (N)</b>	<b>6</b>	<b>9.00</b>	<b>7.20</b>	<b>7.20</b>	<b>5.14</b>	<b>4.00</b>	<b>6.00</b>

**Tabla 11 Matriz de Normalización de Vulnerabilidad a la Inundación**

Criterios que definen la vulnerabilidad		Características de la Vivienda	ICV	Cercanía a cuerpos de agua	Drenaje suelo	Pendientes	Densidad viviendas	Sumatoria	WI	Influencia
		4	5	5	7	9	6			
Características de la Vivienda	4	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.67	0.11	11%
ICV	5	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.83	0.14	14%
Cercanía a cuerpos de agua	5	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.83	0.14	14%
Drenaje suelo	7	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	1.17	0.19	19%
Pendientes	9	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.50	0.25	25%
Densidad viviendas	6	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	1.00	0.17	17%
<b>Total (N)</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6.00</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

**Tabla 12 Matriz de Consistencia Vulnerabilidad a la Inundación**

Landa máx	$\Sigma(N*wi)$	6
IC	$(Landa\ máx-n)/(n-1)$	0.00
ICA	Según tabla	1.24
RIC	IC/ICA	0
Válido If	RIC<0.10	Aceptable

**Tabla 13 Matriz de Comparación de Sequía**

Frecuencia de Eventos		Disponibilidad de agua	Densidad hídrica	densidad vivienda	ICV	Uso y Cobertura	Retención humedad de suelo	Pendientes
		9	7	6	5	4	3	2
Disponibilidad de agua	9	1.00	1.29	1.50	1.80	2.25	3.00	4.50
Densidad hídrica	7	0.78	1.00	1.17	1.40	1.75	2.33	3.50
densidad vivienda	6	0.67	0.86	1.00	1.20	1.50	2.00	3.00
ICV	5	0.56	0.71	0.83	1.00	1.25	1.67	2.50
Uso y Cobertura	4	0.44	0.57	0.67	0.80	1.00	1.33	2.00
Retención humedad de suelo	3	0.33	0.43	0.50	0.60	0.75	1.00	1.50
Pendientes	2	0.22	0.29	0.33	0.40	0.50	0.67	1.00
<b>Total (N)</b>	<b>7</b>	<b>4.00</b>	<b>5.14</b>	<b>6.00</b>	<b>7.20</b>	<b>9.00</b>	<b>12.00</b>	<b>18.00</b>

**Tabla 14 Matriz de Normalización Sequía**

Frecuencia de Eventos		Disponibilidad de agua	Densidad hídrica	densidad vivienda	ICV	Uso y Cobertura	Retención humedad de suelo	Pendientes	Suma	WI	Influencia
		9	7	6	5	4	3	2			
Disponibilidad de agua	9	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.75	0.25	25%
Densidad hídrica	7	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	1.36	0.19	19%
densidad vivienda	6	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	1.17	0.17	17%
ICV	5	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.97	0.14	14%
Uso y Cobertura	4	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.78	0.11	11%
Retención humedad de suelo	3	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.58	0.08	8%
Pendientes	2	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.39	0.06	6%
<b>Total (N)</b>	<b>7</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00	1.00	100%

**Tabla 15 Matriz de Consistencia**

Landa máx	$\Sigma(N*wi)$	7
IC	$(Landa\ máx-n)/(n-1)$	0
ICA	Según tabla	1.32
RIC	IC/ICA	0
Válido If	RIC<0.10	Aceptable

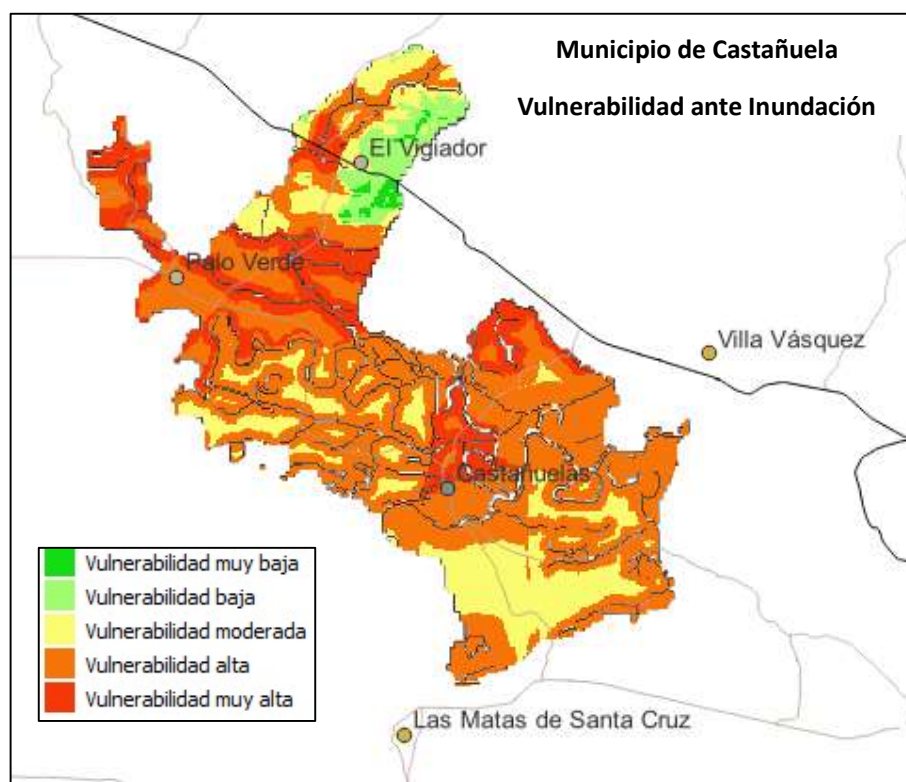
## 4.4 RESULTADOS ANÁLISIS MULTICRITERIO Y USO DE SIG

### 4.4.1 Vulnerabilidad a las inundaciones

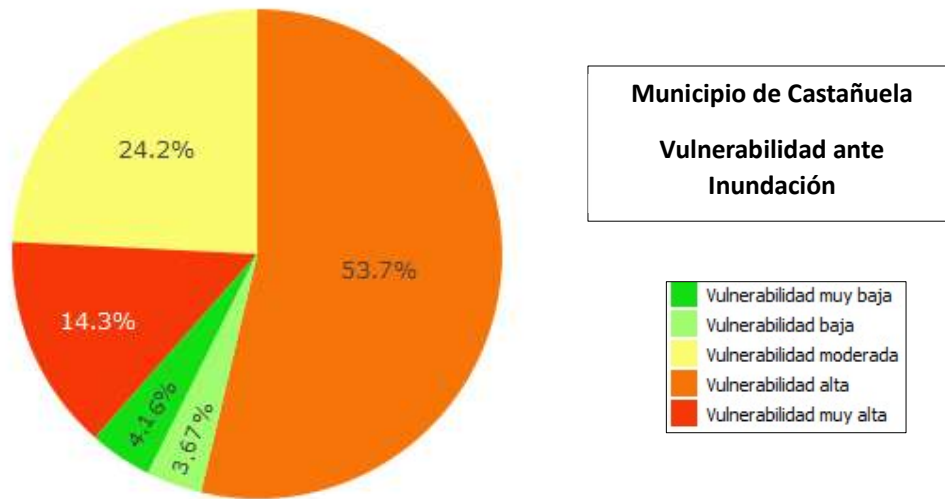
Como resultado del análisis multicriterio de la vulnerabilidad ante la amenaza de las inundaciones en el municipio de Castañuela, el municipio es prácticamente vulnerable en toda su extensión ante este fenómeno hidrometeorológico comprendiendo la zona de alta vulnerabilidad aproximadamente el 70% del territorio, tal como se puede observar en las figuras 9 y 10. Estas áreas cubren las principales zonas de mayor concentración de la población como son Castañuela y Palo Verde. Hay una zona considerada de vulnerabilidad moderada, aunque su clasificación fue definida por valores muy cercanos de acuerdo con la metodología, como son las localidades de El Yaguarizo, Los Cajuiles y Molino Socias.

Todas estas áreas tienen en común que se encuentran asentadas en terrenos sumamente llanos con pendientes entre 2 y 3%, suelos con permeabilidad lenta a muy lenta y sujeto a inundaciones de los ríos y arroyos circundantes, como lo es el río Yaque del Norte, el cual, en épocas de grandes lluvias, tormentas y/o huracanes presentan desbordamiento de sus causas y generan grandes inundaciones, aun estos fenómenos no se hayan producidos en la misma zona geográfica.

Las áreas de menor nivel de vulnerabilidad se encuentran entremezcladas en la parte norte del municipio, donde las pendientes son ligeramente más inclinadas, como el caso de la localidad del Vigliador.

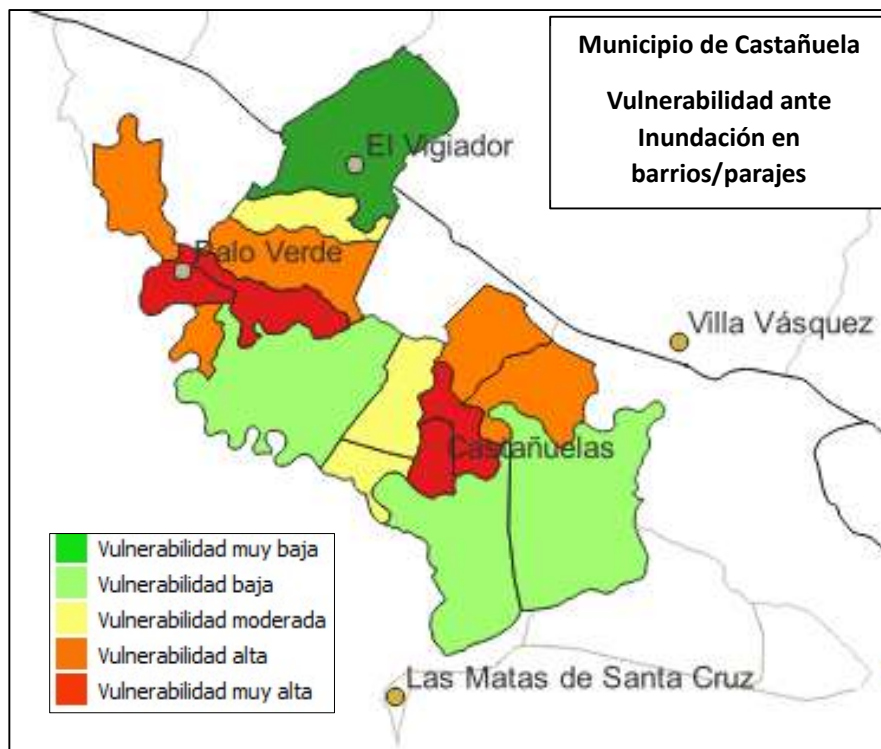


**Figura 9** Mapa de vulnerabilidad a la amenaza de inundación en el municipio de Castañuela



**Figura 10 Distribución porcentual de la vulnerabilidad a la amenaza de inundación en el municipio de Castañuela.**

A modo de hacer el “downscaling” de la distribución de las clases de vulnerabilidades ante la inundación desde su óptica geográfica a una delimitación administrativa, en este caso barrios y/o parajes, se realizó a nivel de Qgis un proceso de intersección entre el mapa de las clases de vulnerabilidades a la inundación con el mapa de los barrios/parajes, obteniendo así la distribución e importancia de cada clase dentro de cada barrio. Posteriormente, se exportó esta capa resultante en un formato CVS para poder trabajarlo en Excel. Luego, y como se explicó en la metodología anteriormente, se realizó un análisis del promedio ponderado de las clases en cada uno de los barrios obteniéndose los valores promedio de la vulnerabilidad en cada caso. Luego, este promedio ponderado por barrio se exportó nuevamente al archivo shapefile de los barrios en QGIS y se elaboró el mapa de vulnerabilidad a la inundación en barrios/parajes (Figura 11). En la tabla 16 se listan los barrios en cada área de vulnerabilidad.



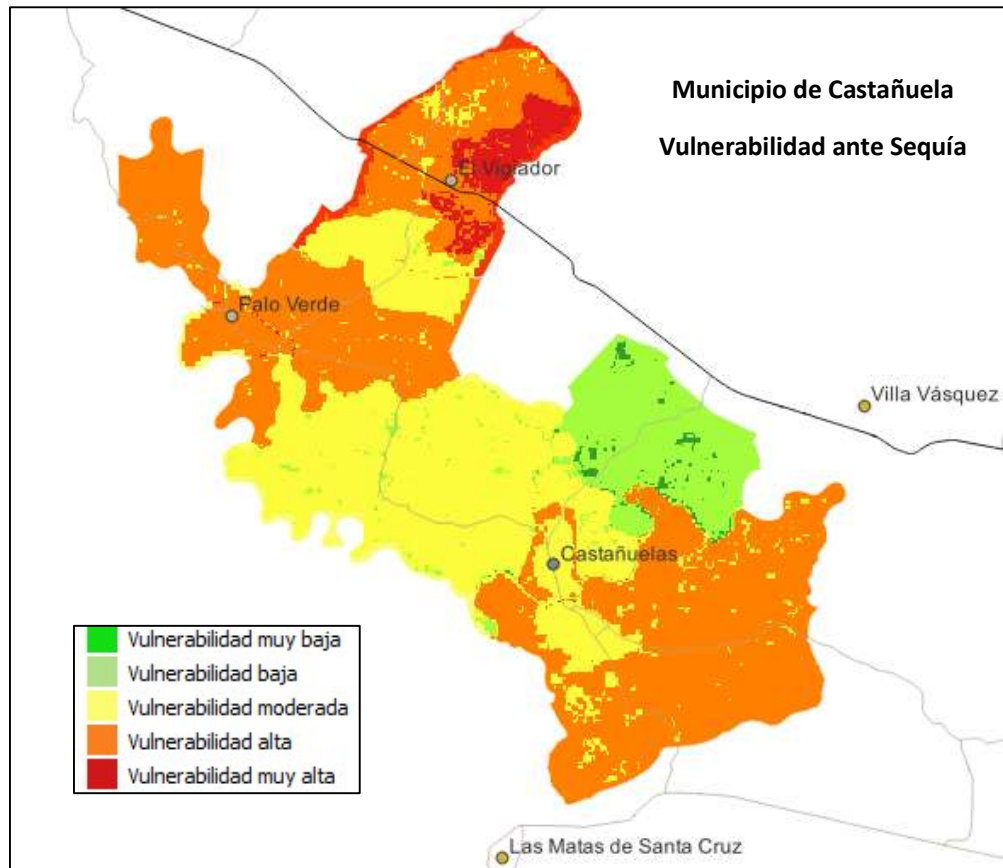
**Figura 11 Vulnerabilidad de inundación tipificada a nivel de barrios/parajes del Municipio de Castañuela**

**Tabla 16 Listado de barrios y las clases de vulnerabilidad a la inundación municipio Castañuela**

Vulnerabilidad muy baja	Vulnerabilidad baja	Vulnerabilidad moderada	Vulnerabilidad alta	Vulnerabilidad muy alta
El Vigador	La Magdalena	El Yaguarizo	Lozano	El Ahogado
	Loma De Castañuelas	Los Cajuales	Hato Viejo	Castañuelas (Zona urbana)
	Jobo Corcovado	Molino Socias	Finca Maule	Palo Verde
			Los Chichiguaos	La Capitalita
			Punta De Garza	

#### 4.4.2 Vulnerabilidad a la sequía

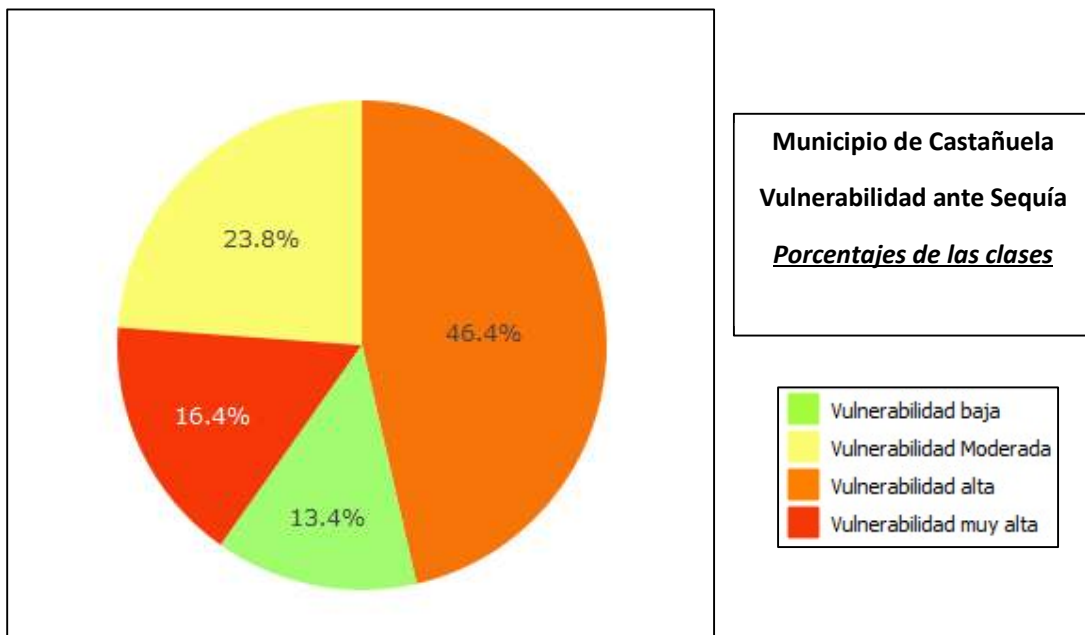
Al igual que en el caso anterior para la vulnerabilidad a la inundación, en las figuras 12 y 13 se pueden observar la distribución de la vulnerabilidad a la sequía y la distribución geográfica de las diferentes clases en el municipio de Castañuela. Similarmente como el caso de las inundaciones, el municipio de Castañuela presenta en más del 80% de su territorio fuertes áreas vulnerables a la sequía, comprendiendo las secciones del El Vigador, Palo Verde y Castañuela alrededor del 60% de las áreas de vulnerabilidad alta. Esto está muy relacionado a la precariedad del servicio de agua potable, a la tasa alta de pobreza y a que un porcentaje importante de la población no tiene acceso a agua.



**Figura 12 Mapa de vulnerabilidad a la amenaza de sequía en el municipio de Castañuela**

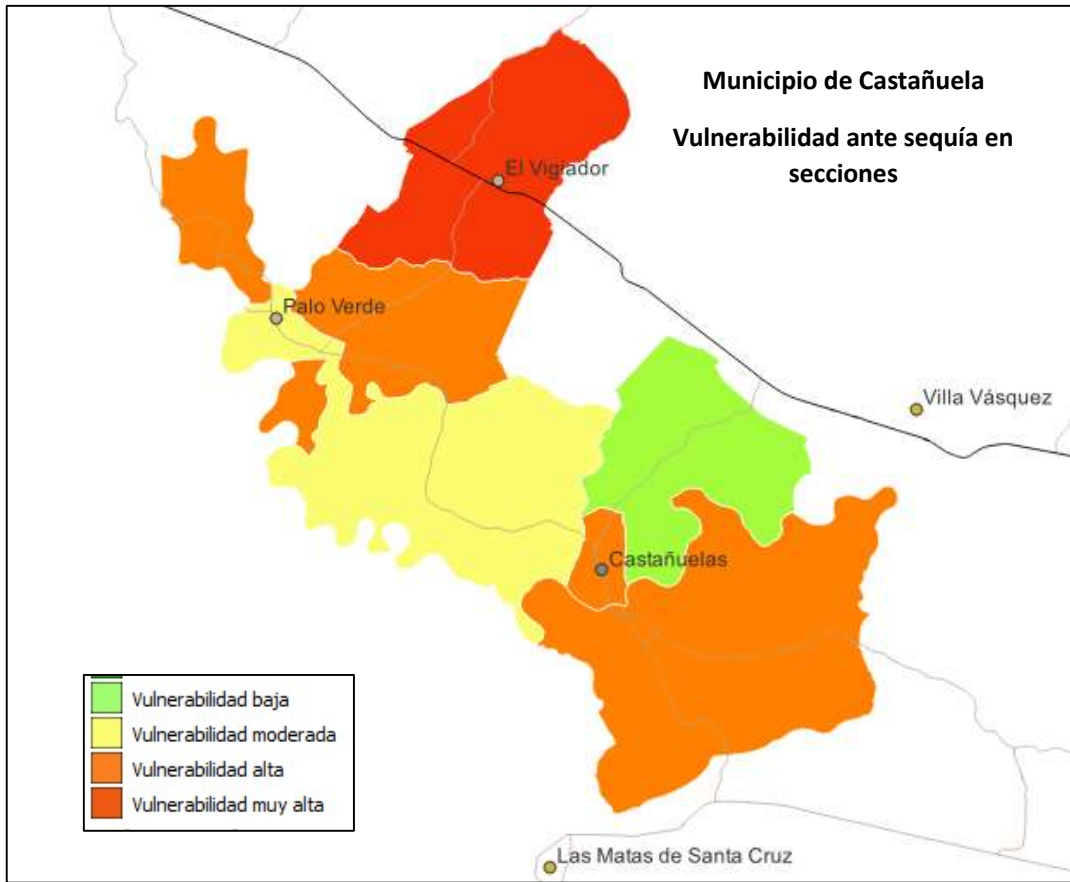
Como se ha explicado en articulados previos, gran parte del sustento económico del municipio lo constituye el sector agropecuario, mayormente compuesto por arroz y banano y en menor tasa por la ganadería, principalmente de leche. Aunque en la zona existen varios kilómetros de canales de irrigación, estos sectores son altamente demandante de agua para su proceso de producción y durante las épocas secas encuentran grandes restricciones en los servicios de agua para riego, generando turnos más largos de servicios y conflictos entre los diferentes usuarios, sobre todos los ganaderos que están en el puesto ultimo de estas rotaciones de los canales de irrigación con que cuenta la zona.

Para el caso de realizar el “downscaling” de las vulnerabilidades a la sequía se usó como base espacial los límites administrativos de las secciones, esto debido a que los niveles del impacto a la sequía eran menos diferenciadores ya que la sequía impacta áreas de mayor extensión como consecuencia de la distribución orográfica y geomorfológicas del territorio, así como las zonas climáticas. El procedimiento para asignar los promedios ponderados a cada una de las unidades de secciones fue similar al desarrollado en el caso de la vulnerabilidad a la inundación.



**Figura 13 Distribución porcentual de las clases de vulnerabilidad a la sequía a en el municipio de Castañuela**

En la figura 14 se observa las secciones del municipio de Castañuela y el estado de vulnerabilidad asociada a la sequía, mientras que en la tabla 17 se observa el listado de las secciones del municipio incluidas en las diferentes clases de vulnerabilidad a la sequía.



**Figura 14** Mapa de vulnerabilidad a la sequía por secciones municipales de Castañuela

**Tabla 17** Listado de secciones y las clases de vulnerabilidad a la sequía Municipio Castañuela

Vulnerabilidad baja	Vulnerabilidad moderada	Vulnerabilidad alta	Vulnerabilidad muy alta
Castañuelas (Lozano)	La Magdalena	El Ahogado	El Vigador
	Palo Verde (Zona Urbana)	Castañuelas (zona urbana)	
		Loma de Castañuela	
		Hato Viejo	

## 5. COMPARACIONES DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD RESULTANTE DEL ANÁLISIS ENTRE MÉTODOS PARTICIPATIVO Y MULTICRITERIO.

El análisis multicriterio toma en consideración variables y criterios que presentan una importancia relativa en la consideración de la vulnerabilidad del territorio del municipio de Castañuela ante las amenazas de inundación y sequía. La aplicación de este método busca determinar aquellas áreas susceptibles a los impactos de estas amenazas mediante la aproximación de una manera más objetiva y mediante un proceso más cuantitativo.

Como parte de este estudio, en la definición de la vulnerabilidad a nivel más segregado del límite administrativo del municipio, también fue desarrollado una metodología cualitativa basada en la percepción de las personas participantes en varios talleres realizados con esquemas de trabajo en grupo y plenaria de resultados.

A modo de afinar los resultados del análisis multicriterio se hizo una comparación con lo percibido por los participantes en los talleres dados. Como se puede observar en la tabla 18, en la columna Talleres participativos se listan las secciones y barrios que fueron identificados por los grupos como vulnerables a ambas amenazas. Mientras que en la columna Análisis multicriterio se coloca la clase de vulnerabilidad resultante de este método para dichas unidades administrativas, donde MA es Muy Alta, A es Alta y M es Moderada en las casillas de las 2 amenazas planteadas. Los resultados de la comparación muestran que hay una alineación entre ambos métodos.

Estos resultados del análisis multicriterio deberán ser discutido y analizado con nuevos procesos participativos con una variedad de actores locales que permitan mejorar la aproximación metodológica de esta jerarquización por el método AHP.

**Tabla 18 Comparaciones del análisis de vulnerabilidad de las metodologías participativa y de análisis multicriterio.**

Municipio	Distrito Municipal	Sección	Paraje	Análisis multicriterio	
				Inundación	Sequia
Castañuela	Castañuelas	Castañuelas (zona urbana)	Castañuelas	MA	A
		Lomas de Castañuela	Loma de Castañuela	B	A
			Jobo Corcovado	B	
		Castañuelas (Lozano)	La Capitalita	MA	B
			Lozano	A	
			Punta de Garza	A	
		Palo Verde	Palo Verde (zona urbana)	Palo Verde	MA
	El Vigiador		El Vigiador,	MB	MA
			Molino Socias	M	
	Magdalena	La Magdalena,	B	M	

			El Yaguarizo	M	
			Los Cajuales	M	
		Hato Viejo	Hato Viejo	A	A
		El Ahogado	El Ahogado	MA	A
			Finca Maule	A	
			Los Chichiguaos	A	

## 6. VISIÓN, LÍNEAS ESTRATÉGICAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Con base a la identificación de las principales amenazas e impactos realizado previamente en los trabajos de grupos, se estableció una visión estratégica de adaptación del municipio, así como los ejes estratégicos en las cuales se desarrollarán o estarán comprendidas las diferentes medidas de adaptación. Con esta visión estratégica se busca tener una imagen del futuro ideal que se pretende alcanzar en el largo plazo para que el municipio sea resiliente ante el cambio climático. Los ejes estratégicos corresponden a las líneas de acción prioritarias que conforman el marco de operación de las medidas de adaptación del municipio. Tanto la visión como los ejes estratégicos de adaptación se alinean a las prioridades de desarrollo local contenida en su Plan de Desarrollo Municipal, así como a la ley, políticas e instrumentos nacionales de Adaptación al Cambio Climático.

### 6.6.1 Visión estratégica de adaptación

Contribuir en la resiliencia del municipio ante eventos climáticos extremos garantizando a su vez la competitividad y sostenibilidad de los sistemas socioeconómicos y ambientales

### 6.6.2 Propuestas de ejes estratégicos

Los ejes estratégicos propuestos se referencian sobre los principales factores que tienen influencia en la estimación de la vulnerabilidad para las dos amenazas más importantes como son la sequía y las inundaciones. Estos factores marcan el contexto territorial y las necesidades de medidas de adaptación que se requieren para poder cumplir con el objetivo estratégico planteado. Dichos factores son los siguientes:

a) Condiciones físicas y geomorfológicas del terreno como son los tipos y pendiente de los suelos, cercanía a los cauces de los ríos, arroyos y cañadas, frecuencia de las inundaciones, porcentaje de cobertura forestal, b) la dependencia de los recursos naturales para su subsistencia, c) El establecimiento de viviendas en lugares de alta sensibilidad y vulnerabilidad, d) El bajo nivel de ingreso económico, e) Los materiales de construcción inadecuados en sus viviendas; f) poca diversificación de las actividades productivas, g) limitado acceso a incentivos económicos e insumos para la producción sostenible y conservación ambiental, h) Estructura insuficientes de servicios básicos de salud y educación, i) Limitada capacidad de respuestas de las instituciones ante un estos eventos extremos.

Partiendo de esto se presentan las siguientes ejes estratégicos para el Municipio de Castañuela:

1. Regulación del uso y ocupación del territorio
2. Fortalecimiento de la gestión institucional y comunitaria ante los impactos de los eventos extremos producidos por el cambio climático.
3. Desarrollo de medidas de conservación, restauración y manejo sostenibles
4. Promoción de iniciativas productivas sostenibles y adaptativas
5. Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas del territorio
6. Construcción de infraestructuras resilientes.

La mayoría de las medidas están visualizadas en el corto y mediano plazo (CP y MP), es decir entre 1-5 años. Estas se conforman en un plan de implementación lo que facilita un marco metodológico de ejecución a la municipalidad de Castañuela y mejora la coordinación con actores locales sectoriales, políticos y comunitarios.

Como primera línea de acción estratégica se busca reducir la vulnerabilidad del territorio regulando el uso y ocupación de este, limitando los asentamientos y ocupaciones informales del territorio en suelos vulnerables a inundaciones. Estas áreas son comúnmente expuestas a desbordamientos e inundaciones producto de fuertes lluvias con la consecuente destrucción y daños de infraestructura y vidas. De aquí la importancia de trabajar en el instrumento de Ordenamiento Territorial que establecería el correcto uso y ocupación de los espacios de acuerdo con sus condiciones y potencialidades.

Una segunda estrategia se enfoca en el mejoramiento de la capacidad adaptativa (Eje 2). Esta agrupa medidas planteadas en el ámbito del fortalecimiento de las instituciones del Estado y del Gobierno local, así como mejoramiento en los niveles de gobernanza y coordinación con los actores locales. También en el establecimiento de educación, capacitación y sensibilización de los actores comunitarios en la prevención y mitigación de riesgos e impactos del cambio climático. Este eje también se enfoca en las necesidades de mejorar los niveles de información y conocimiento sobre el territorio y las amenazas climáticas actuales y potenciales que actúan sobre él. Hay fuertes deficiencias de datos e información en el municipio sobre todo a nivel más segregados de los barrios y parajes. La implementación de las medidas de adaptación requiere un fortalecimiento en las técnicas de manejo de información, desarrollo de sistemas de alertas temprana, innovaciones tecnológicas, etc.

El tercer eje estratégico se orienta al desarrollo de medidas de conservación, restauración y manejo sostenibles a través de la creación e implementación de programas de reforestación en las zonas de montañas y alomadas, cauces de ríos, arroyos y cañadas. Mediante este eje se pretende obtener mejores oportunidades para la conservación y protección de los ecosistemas, incremento de los servicios ambientales y un mejoramiento en la calidad de vida de los pobladores.

El eje estratégico 4 se enfoca en la mitigación y reducción de los factores de la sensibilidad vinculada a las condiciones socioeconómicas de la población con acciones que apoyen el mejoramiento de la producción y la sostenibilidad de esta con el desarrollo de actividades de asistencia técnica, acceso a créditos y seguros, fortalecimiento de las capacidades de los productores y apoyo en infraestructura de riego y buenas prácticas de cultivo. Mediante este eje se espera conseguir la conservación de la biodiversidad, el

aseguramiento de la prestación de los servicios ecosistémicos, (regulación del agua, el control de la erosión, etc), mayor rendimiento productivo y económico de la actividad agropecuaria, mejora en la calidad de vida de los productores e incrementar la resiliencia ante eventos extremos de sequías.

En el quinto eje estratégico, las acciones se orientan hacia mejorar las condiciones socioeconómicas de la población expresada en la reducción de la pobreza y la desigualdad, en un mayor nivel de calidad de vida de la población y en la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático. En este eje se establecen medidas orientadas a la ampliación y mejora de la cobertura de los planes sociales y con diseños adaptativos que promuevan y mejoren la resiliencia de las poblaciones vulnerables al brindarles apoyo oportuno y adecuado ante los eventos extremos. También plantea acciones orientadas a mejorar la calidad de las viviendas de las personas del territorio y así reducir los niveles de fragilidad que estos presentan ante eventos fuertes como lluvias, inundaciones, tormentas y huracanes.

El último eje estratégico, está enfocado a la recuperación y rehabilitación por un lado de la infraestructura de servicios como son puentes, carreteras y caminos, reservorios y fuentes de represa de agua. Por otro lado, fomenta la incorporación de infraestructuras verdes contribuyendo a la construcción de ciudades sostenibles.

### **6.6.3 Medidas de adaptación**

Para la identificación de medidas de adaptación se procedió inicialmente con la lluvia de ideas generadas en el grupo de trabajo en los talleres participativos realizados tomando en cuenta las principales amenazas e impactos identificados en las etapas a priori. Posteriormente, se hizo una revisión bibliográfica de las medidas de adaptación relacionadas con las amenazas encontradas en el territorio, el contexto territorial, y las necesidades y oportunidades de adaptación locales. Algunas de estas medidas han sido identificadas en el Plan Municipal 2020-2024. En la tabla 21 se muestran con detalle el conjunto de acciones planteadas en los talleres por los participantes del municipio de Castañuela.

Tabla 19 : Líneas estratégicas Castañuela

MEDIDAS DE ADAPTACION MUNICIPIO CASTAÑUELAS						
Acción/Medida	Resultados	Temporalidad	Beneficios y co-beneficios esperados	Sector al que corresponde la medida	Relación con los ejes de desarrollo local	Actores involucrados
<b>Línea Estratégica 1: Regulación del Uso y Ocupación del Territorio</b>						
1. Elaborar plan de ordenamiento territorial del Municipio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la exposición a los eventos de inundación</li> <li>Incremento de la capacidad de adaptación y resiliencia del territorio</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del riesgo de impactos de inundaciones en poblaciones vulnerables</li> <li>Mejora de la calidad de vida de la población</li> <li>Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> <li>Atracción de inversión en la zona</li> <li>Conservación y protección de los ecosistemas</li> <li>Oportunidades para el turismo y actividades agropecuarias</li> </ul>	Desarrollo y ordenamiento territorial	<p>Ejes Estratégicos 1.2.2 y 4.2.1 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 13 y 15</p>	Ayuntamiento Castañuela, organizaciones locales, Instituciones sectoriales como el MEPYD, Ministerio de Medio Ambiente, Proyectos con fondos internacionales
2. Establecer y aplicar normativas de regulación del uso del espacio publico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la exposición a los eventos de inundación</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del riesgo de impactos de inundaciones en</li> </ul>	Desarrollo y ordenamiento territorial	<p>Ejes Estratégicos 1.2.2 y 4.2.1 del Plan de</p>	Ayuntamiento Castañuela, MEPYD,

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de la capacidad de adaptación y resiliencia del territorio</li> </ul>		<p>poblaciones vulnerables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de la calidad de vida de la población</li> <li>Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> <li>Atracción de inversión en la zona</li> <li>Conservación y protección de los ecosistemas</li> <li>Oportunidades para el turismo y actividades agropecuarias</li> </ul>		<p>Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 13 y 15</p>	<p>Ministerio de Medio Ambiente,</p>
3. Reasentamiento de viviendas en el barrio Los Solares (Palo Verde)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la exposición a los eventos de inundación</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del riesgo de impactos de inundaciones en poblaciones vulnerables</li> <li>Mejora de la calidad de vida de la población</li> <li>Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales,</li> </ul>	Desarrollo y ordenamiento territorial	<p>Ejes Estratégicos 1.2.2 y 4.2.1 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 13 y 15</p>	<p>Ayuntamiento Castañuela, Defensa Civil, El COE, MIVED , Obras Publicas</p>

			económicos y de infraestructura			
4. Regulaciones para disponer de áreas verdes en las urbanizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la exposición a los eventos de inundación</li> <li>• Reducción de la contaminación de las aguas y suelos por desechos sólidos</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del riesgo de impactos de inundaciones en poblaciones vulnerables</li> <li>• Mejora de la calidad de vida de la población</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>	Desarrollo y ordenamiento territorial	<p>Ejes Estratégicos 1.2.1 y 4.1.1 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 13 y 15</p>	Ayuntamiento Castañuela, Defensa Civil, El COE, MIVED , Obras Publicas
<b>Línea Estratégica 2: Fortalecimiento de la gestión institucional y comunitaria ante los impactos de los eventos extremos producidos por el cambio climático</b>						
1. Establecer políticas y estrategias a nivel de la municipalidad orientadas a la gestión de riesgos de eventos climáticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad a eventos extremos</li> <li>• Aumento de la capacidad de respuesta y resiliencia territorial</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del riesgo de impactos de inundaciones en poblaciones vulnerables</li> <li>• Mejora de la calidad de vida de la población</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>	Gestión de riesgos	<p>Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 13 y 15</p>	Ayuntamiento Castañuela, MEPYD, Ministerio de Medio Ambiente, COE Defensa Civil Organizaciones comunitarias Instituciones internacionales
2. Crear espacio de coordinación interinstitucional y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la capacidad de</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del riesgo de impactos</li> </ul>	Gestión de riesgos		Ayuntamiento Castañuela, MEPYD,

con las organizaciones para la prevención y mitigación de los impactos del cambio climático	<p>respuesta ante eventos extremos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empoderamiento de las políticas territoriales ante el cambio climático</li> </ul>		<p>de inundaciones en poblaciones vulnerables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la calidad de vida de la población</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>			<p>Ministerio de Medio Ambiente, COE Defensa Civil Organizaciones comunitarias Instituciones internacionales</p>
3. Desarrollo de las capacidades institucionales tanto técnica como tecnológicas para mejorar la gestión de riesgos y desastre en el municipio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos humanos capacitados en la gestión de riesgos</li> <li>• Mayor fortalecimiento tecnológico para la gestión del riesgo climático.</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del riesgo de impactos de inundaciones en poblaciones vulnerables</li> <li>• Mejora de la calidad de vida de la población</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>	Gestión de Riesgos	<p>Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 13 y 15</p>	<p>Ayuntamiento Castañuela, MEPYD, Ministerio de Medio Ambiente,</p>
4. Desarrollar programa de educación y capacitación sobre el medio ambiente y cambio climático y los desastres naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciudadanía más edificada para enfrentar los impactos del cambio climático</li> <li>• Personal técnico y comunitario con mayor empoderamiento y</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del riesgo de impactos de inundaciones en poblaciones vulnerables</li> <li>• Mejora de la calidad de vida de la población</li> </ul>	Gestión de Riesgos	<p>Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 13 y 15</p>	<p>Ayuntamiento Castañuela, MEPYD, Ministerio de Medio Ambiente, COE Defensa Civil Organizaciones comunitarias</p>

	conocimiento para la gestión de medidas de adaptación y riesgos en el municipio.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>			Instituciones internacionales
5. Establecer un sistema de alerta temprana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor nivel de protección de la vida</li> <li>Fortalecimiento de las capacidades para la reducción de daños</li> <li>Optimización de recursos</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> <li>Reducción de la vulnerabilidad del territorio</li> </ul>	Gestión de riesgos		Ayuntamiento Castañuela, MEPYD, Ministerio de Medio Ambiente, COE Defensa Civil Organizaciones comunitarias Instituciones internacionales
6. Fortalecer la capacidad de gestionar el financiamiento para la elaboración y aplicación de planes de gestión de riesgo y adaptación dentro de las comunidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en los recursos técnicos y financieros en la lucha contra el cambio climático</li> <li>Posibilidad de acceder a nuevas fuentes de financiamiento nacional e internacional.</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la vulnerabilidad del territorio</li> <li>Aumento de la calidad de vida</li> <li>Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>	Gestión de riesgos		Ayuntamiento Castañuela, MEPYD, Ministerio de Medio Ambiente, COE Defensa Civil Organizaciones comunitarias Instituciones internacionales
7. Mejorar los niveles de información y conocimiento sobre el territorio y las amenazas climáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar la planificación para la gestión del riesgo de evento extremos e implementación de</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la vulnerabilidad del territorio</li> <li>Aumento de la calidad de vida</li> </ul>	Gestión de riesgos		Ayuntamiento Castañuela, MEPYD, Ministerio de Medio Ambiente,

actuales y potenciales	<p>las medidas de adaptación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Personal entrenado a nivel local en técnicas de manejo de información, desarrollo de sistemas de alertas temprana, innovaciones tecnológicas, etc</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>			COE Defensa Civil Organizaciones comunitarias Instituciones internacionales
<b>Línea estratégica 3: Desarrollo de medidas de conservación, restauración y manejo sostenibles</b>						
1. Establecimiento de un programa de reforestación en cauces de ríos, arroyos, cañadas, zonas altas y áreas urbanas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estabilización y conservación de los recursos naturales de suelos y agua</li> <li>Estabilización de las aguas de escorrentías y disminución de su impacto</li> <li>Reducción de la degradación de los hábitats naturales</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejores oportunidades para la conservación y protección de los ecosistemas</li> <li>Incremento de los servicios ambientales provenientes de los ecosistemas</li> <li>Mejoramiento en la calidad de vida de los pobladores</li> </ul>	Restauración y manejo de recursos naturales	Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024  Relación con ODS 11, 13 y 15	Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, organizaciones locales, Ministerio de Agricultura, Programas especiales del Estado (FEDA), Proyectos de organismos internacionales (ejemplo: Proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos del PNUD)
2. Establecer sistema de drenaje pluvial en el municipio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la degradación y contaminación de las aguas</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de los niveles de vulnerabilidades</li> </ul>	Sector hídrico	Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de	Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, INDRHI, INAPA,

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar las grandes avenidas que ocurren en el territorio como consecuencia de las fuertes lluvias o desborde de los cursos de agua (Ejemplo río Yaque del Norte)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ante eventos extremos.</li> <li>• Favorecer el desarrollo productivo agrícola y pecuario en forma competitiva y sostenible</li> <li>• Reducción del deterioro de la calidad de vida de la población</li> </ul>		<p>Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 11, 13 y 15</p>	<p>organizaciones locales,</p>
3. Fomentar medidas de conservación y manejo de suelo en las actividades productivas agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de los recursos de suelos y agua del territorio</li> <li>• Mantenimiento de las actividades de producción agropecuarias</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favorecer el desarrollo productivo agrícola y en forma competitiva y sostenible</li> <li>• Reducción del deterioro de la calidad de vida de la población</li> </ul>	Medios de Vida: Agropecuario	<p>Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 11, 13 y 15</p>	<p>Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, INDRHI, Ministerio de Agricultura, Banco Agrícola, organizaciones locales,</p>
4. Realizar campañas de sensibilización para la adecuada disposición de los residuos sólidos y su contaminación en las fuentes de agua y cursos de ríos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilización de la población con respecto a la contaminación de las aguas.</li> <li>• Mayor conocimiento de la población sobre los factores que influyen en la mayor</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad del territorio ante las inundaciones</li> <li>• Mejora de la salud de la población como consecuencia de la reducción de</li> </ul>	Salud y Gestión de Riesgos	<p>Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p>	<p>Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, INDRHI, INAPA, Ministerio de Salud, organizaciones locales,</p>

	vulnerabilidad ante las inundaciones		las aguas contaminadas.		Relación con ODS 3, 11, 13 y 15	
5. Campañas de sensibilización de manejo racional del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilización de la población con respecto al uso adecuado de las aguas.</li> <li>Uso más eficiente y sostenible del agua</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de la salud de la población como consecuencia del buen manejo del agua</li> <li>Incremento en la disponibilidad del agua para los diferentes usos en el territorio.</li> </ul>	Salud y Gestión de Riesgos	Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024  Relación con ODS 11, 13 y 15	Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, INDRHI, INAPA, Ministerio de Salud, organizaciones locales,
6. Diseñar y difundir programas radiales, talleres y charlas orientados a la conservación ambiental, modelos y materiales de construcción de vivienda, cambio climático y vulnerabilidades locales, medidas de adaptación al cambio climático y gestión de riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Profundización del conocimiento de la población sobre sus vulnerabilidades ante los eventos extremos.</li> <li>Mayor concientización en la población ante el cambio climático</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de los niveles de vulnerabilidades ante eventos extremos.</li> <li>Cambio en los patrones de conducta y culturales con respecto al modo de enfrentar los impactos del cambio climático</li> </ul>	Salud y Gestión de Riesgos	Eje Estratégico 4 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024  Relación con ODS 11, 13 y 15	Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, INDRHI, Ministerio de Salud, MIVED, organizaciones locales,
<b>Línea estratégica 4: Promoción de iniciativas productivas sostenibles y adaptativas</b>						
1. Eficientizar y hacer más resiliente la producción de arroz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversificar y mejorar la producción</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar el bienestar, la eficiencia</li> </ul>	Medios de Vida: Agropecuario	Eje Estratégico 3 del Plan de Desarrollo del	Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente,

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la deforestación,</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• productiva y re-productiva de los parcelas agrícolas</li> <li>• Conservar el medio ambiente y la biodiversidad</li> <li>• Proteger los recursos de suelo e hídricos</li> <li>• Aumentar la resiliencia económica de los productores</li> </ul>		<p>Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 2, 9, 11, 12, 13 , 15</p>	<p>Ministerio de Agricultura, Banco Agrícola, organizaciones locales,</p>
2. Promover el uso de sistema de irrigación de mayor tecnología y eficiencia y la construcción de reservorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la eficiencia en el uso del agua y su conducción para un mejor rendimiento en el riego agrícola</li> <li>• Mejorar los sistemas productivos de los usuarios del sistema de riego</li> <li>• Tener abastecimiento disponible y suficiente durante las épocas de sequias.</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor rendimiento productivo y económico de la actividad agropecuaria</li> <li>• mejora en la calidad de vida de los productores</li> <li>• Incremento de la resiliencia ante evento extremos de sequias.</li> </ul>	Agropecuario y hídrico	<p>Eje Estratégico 3 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 2, 9, 11, 12, 13</p>	<p>Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Banco Agrícola, organizaciones locales,</p>
5. Fortalecimiento de la capacidad técnica de los productores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora del nivel técnico y productivo de su parcela.</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor rendimiento productivo y económico de la</li> </ul>	Agropecuario	<p>Eje Estratégico 3 y 4 del Plan de Desarrollo del</p>	<p>Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente,</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento de la asociatividad y generación de economías de escala</li> <li>• Desarrollo de sistemas sostenibles y rentables de producción y con buenas prácticas de manejo</li> </ul>		<p>actividad agropecuaria</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mejora en la calidad de vida de los productores</li> <li>• Incremento de la resiliencia ante evento extremos de sequias.</li> </ul>		<p>Municipio de Castañuela 2020-2024</p> <p>Relación con ODS 2, 9, 11, 12, 13 , 15</p>	<p>Ministerio de Agricultura, Banco Agrícola, organizaciones locales,</p>
6. Establecer un sistema de información de alerta agropecuaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor nivel de protección de los recursos productivos</li> <li>• Fortalecimiento de las capacidades para la reducción de daños</li> <li>• Optimización de recursos</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> <li>• Reducción de la vulnerabilidad del territorio</li> <li>•</li> </ul>	Gestión de riesgos		<p>Ayuntamiento Castañuela, MEPYD, Ministerio de Medio Ambiente, COE Defensa Civil Organizaciones comunitarias Instituciones internacionales</p>
7. Desarrollar e implementar el seguro agrícola en los productores del municipio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra riegos ante eventos extremos</li> <li>• Mejora de la capacidad de recuperación productiva</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor rendimiento productivo y económico de la actividad agropecuaria</li> <li>• mejora en la calidad de vida de los productores</li> <li>• Incremento de la resiliencia ante evento extremos de sequias.</li> </ul>	Agropecuario		<p>Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Banco Agrícola, organizaciones locales,</p>

8. Facilitar acceso a créditos financieros a productores agrícolas y ganaderos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la capacidad de inversión en la producción</li> <li>• Mejora en la productividad a través de la adopción de maquinaria y mejoras tecnológicas</li> <li>• Capacidad de recuperación ante los impactos del cambio climático.</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor rendimiento productivo y económico de la actividad agropecuaria</li> <li>• mejora en la calidad de vida de los productores</li> <li>• Incremento de la resiliencia ante evento extremos de sequias.</li> </ul>	Agropecuario	Eje Estratégico 3 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024  Relación con ODS 2, 9, 11, 12, 13	Ayuntamiento, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Banco Agrícola, organizaciones locales,
<b>Línea estratégica 5: Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas del territorio</b>						
1. Fortalecer los programas sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor número de habitantes del municipio con algún sistema de protección social</li> <li>• Cobertura social con mayor inclusión</li> <li>• Reducción de brechas importantes en los niveles de cobertura y beneficios sociales a la población.</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la pobreza y la desigualdad.</li> <li>• Mayor nivel de calidad de vida de la población.</li> <li>• Reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático</li> </ul>	Desarrollo social		Ayuntamiento, Instituciones y programas sociales de la presidencia, organizaciones locales,
2. Desarrollar planes de mejoras de viviendas en zonas críticas para reducir los impactos por las inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de las áreas expuestas a las inundaciones</li> <li>• Reducción del número de personas</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático</li> </ul>	Desarrollo social		Ayuntamiento, Instituciones y programas sociales de la presidencia, organizaciones locales,

	y e infraestructuras impactadas por las inundaciones		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la resiliencia</li> </ul>			
3. Mejorar el sistema de abastecimiento y distribución de agua potable a la comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más accesibilidad a los servicios de provisión de agua</li> <li>• Mejora de la salud y el bienestar de las personas</li> <li>• Mejora en la economía poblacional</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor calidad de vida de los habitantes</li> <li>• Reducción de la pobreza</li> <li>• Aumento de la resiliencia antes eventos extremos (Ejemplo; Sequias)</li> </ul>	Aguas Potables		Ayuntamiento, INAPA, organizaciones locales,
4. Conformar y/o fortalecer los comités comunitarios de gestión de riesgos y de adaptación en el municipio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración articulada de los Planes de gestión de riesgos y adaptación en el municipio</li> <li>• Socialización de la prevención y mitigación de riesgos y medidas de adaptación.</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de vulnerabilidades</li> <li>• Aumento de la resiliencia antes eventos extremos</li> <li>• Mejora de la gobernanza en la gestión de riesgos y adopción de medidas de adaptación al cambio climático</li> </ul>	Gestión de riesgos		Ayuntamiento, MEPYD, organizaciones locales, Comisión nacional de riesgos, el COE
5. Hacer campañas de salud (todo Castañuela)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la conciencia ciudadana acerca de los aspectos de salud relacionados a los eventos extremos.</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en la salud y calidad de vida de la población</li> <li>• Reducción de la vulnerabilidad ante los impactos de</li> </ul>	Salud	Eje Estratégico 2 del Plan de Desarrollo del Municipio de Castañuela 2020-2024	Ministerio de Salud, SENASA, Gabinete de Salud,

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un mayor alcance e inclusión de población vulnerable.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• eventos climáticos extremos</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>		Relación con ODS 3, 9, 11, 12, 13	
6. Ubicar, mantener y aprovisionar con alimentos lugares seguros como albergues en caso de eventos extremos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el número de personas afectadas por eventos climáticos extremos</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad ante los impactos de eventos climáticos extremos</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>	Gestión de Riesgos		Ayuntamiento, MEPYD, organizaciones locales, Comisión nacional de riesgos, el COE, Defensa Civil
7. Implementar un sistema de prevención y apoyo a las viviendas más vulnerables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el número de personas afectadas por eventos climáticos extremos</li> <li>• Reduce el nivel de exclusión en la población vulnerable</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad ante los impactos de eventos climáticos extremos</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> </ul>	Gestión de Riesgos		Ayuntamiento, MEPYD, organizaciones locales, Comisión nacional de riesgos, el COE, Defensa Civil, Presidencia de la República
8. Establecer línea de apoyos económicos y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reestablecer la estabilidad de los niveles de producción y</li> </ul>	MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad ante los impactos de</li> </ul>	Gestión de Riesgos		Ayuntamiento, MEPYD, organizaciones locales,

compensaciones a emprendedores, pequeños productores y artesanos (Fondo de contingencia)	comercio impactados por eventos climáticos extremos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la pérdida de ingreso de los pequeños y medianos productores, emprendedores</li> </ul>		eventos climáticos extremos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos y de infraestructura</li> <li>•</li> </ul>			Presidencia de la República Ministerio de Agricultura, Banco Agrícola Entidades financieras
<b>Línea estratégica 6: Construcción y/o rehabilitación de infraestructuras</b>						
1. Reparación de vías de acceso tales como puentes y caminos vecinales, así como la construcción de vías de acceso alternativas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparación de puente que divide Loma y Castañuela (Barrio Samán y Brisas del Yaque)</li> <li>• Construcción de Muro de Gaviones Desde Guayubín hasta Monte Cristi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructuras construidas más resistentes al clima;</li> <li>• Restablecimiento y habilitación de los accesos y comunicación a los lugares poblados</li> <li>• Fomento de la infraestructura verde para favorecer la adaptación</li> </ul>	CP/MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte y movilidad sostenible</li> <li>• Ciudades más resilientes al cambio climático</li> </ul>	Obras públicas		Ayuntamiento, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de agricultura, Ministerio de Medio Ambiente
2. Mejoramiento de los cauces de las cañadas y zonas de drenajes <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Castañuela, magdalena y Palo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los impactos de las inundaciones</li> </ul>	CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales,</li> </ul>	Obras públicas		Ayuntamiento, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de agricultura,

<p>Verde, Palmar, Jobocorcobado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y dragado de río Yaque del Norte entre Guayubín a Palo Verde</li> </ul>			<p>económicos y de infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>			<p>Ministerio de Medio Ambiente</p>
<p>3. Construcción de presas y reservorios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los impactos de las sequias</li> </ul>	<p>MP/LP</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad</li> <li>• Disminución de las pérdidas en los sistemas sociales, económicos</li> </ul>	<p>Agropecuario</p>		<p>INDRHI, Ministerio de Agricultura</p>

A modo de validación de estas propuestas de análisis de vulnerabilidad y elaboración de las líneas estratégicas y medidas de adaptación se desarrolló un taller con representantes de actores locales del municipio convocados por el Ayuntamiento de Castañuelas el 19 de febrero del 2025. Este taller fue realizado en el Salón de reuniones del Ayuntamiento. Contó con la participación de 25 personas (11 mujeres y 24 hombres). Hubo representantes locales de las siguientes entidades: Alcaldía (Vicealcaldesa y regidor y varios empleados), Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos y Cruz Roja. Ministerio de Educación, representantes del centro educativo La Capitalista y técnicos de Psicología y Orientación. Presidente ADP, Instituto Agrario Dominicano (IAD). Presidente de la Federación de Juntas de Vecinos de Castañuelas y las Juntas de vecinos de Castañuelas, Los Humildes de Santa Mónica, Barrio el Palmar y Junta de Vecinos San Martín de Porres.

Las palabras de bienvenida estuvieron a cargo de Rosa Delis Peña Rodríguez, alcaldesa de Castañuelas.

El taller se desarrolló en dos momentos: La presentación central sobre la caracterización de la vulnerabilidad en este municipio y las medidas de adaptación propuesta y posteriormente un trabajo de grupo para validar y priorizar las acciones-medidas de adaptación identificadas para el municipio organizadas en los seis ejes estratégicos.

La presentación abordó los puntos siguientes:

1. Introducción: Marco general Iniciativa Acelerador del Proceso de Adaptación -APA1
2. Métodos utilizados para la caracterización de la vulnerabilidad
3. Análisis participativo de la vulnerabilidad
  - Pasos metodológicos
  - Amenazas, impactos y factores de vulnerabilidad
  - Zonas de mayor vulnerabilidad en el Municipio de Castañuela: Sequía, lluvias fuertes, inundaciones y ciclones.
4. Análisis multicriterio (AHP) y uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG)
  - Esquema pasos metodológicos determinación vulnerabilidades
  - Resultados vulnerabilidad ante inundaciones y sequía
5. Visión, líneas estratégicas y medidas de adaptación

La presentación fue de manera interactiva con espacios de preguntas y aclaraciones que favorecieron una mejor comprensión de los criterios tomados en cuenta para la caracterización de la vulnerabilidad a las inundaciones y sequías.

Como 2da parte del taller , se realizaron trabajos en grupo para revisar, modificar, eliminar y / o agregar medidas de adaptación. Los grupos se formaron tomando como base las 6 líneas estratégicas. También se les solicitó a los participantes que priorizan 3 medidas en cada grupo. Los resultados de los grupos fueron presentados y discutidos en plenaria.

A continuación, se presentan las medidas priorizadas por los grupos en cada línea estratégica y sugerencias que hicieron.

## **Línea Estratégica 1. Regulación del uso y ocupación del territorio**

### **Medidas priorizadas**

Medida 1.1. Elaborar plan de ordenamiento territorial del municipio.

Medida 1.4. Regulaciones para disponer de áreas verdes en las urbanizaciones.

Incluir medida nueva: Medida 1.5. Incentivar a través de charlas y normativas a la población en el uso de los árboles en la comunidad. Características:

- Resultados: Involucrar a la población en la reforestación de árboles en la comunidad.
- Temporalidad: CP
- Beneficios: generación de lluvias, buen clima y ayuda a la agricultura.
- Actores involucrados: Ayuntamiento, M. de Medioambiente, M. de Agricultura

## **Línea Estratégica 2. Fortalecimiento de la gestión institucional y comunitaria ante los impactos de los eventos extremos producidos por el cambio climático**

### **Medidas priorizadas**

Medida 2.1. Establecer políticas y estrategias a nivel de la municipalidad orientadas a la gestión de riesgos de eventos climáticos.

- Actores involucrados: incluir la Cruz Roja

Medida 2.4. Desarrollar programa de educación y capacitación sobre el medio ambiente, cambio climático y los desastres naturales.

- Actores involucrados: incluir la Cruz Roja

Medida 2.5. Establecer un sistema de alerta temprana.

- Actores involucrados: incluir Defensa Civil, la Cruz Roja y Cuerpo de Bomberos

### **Sugerencias medidas no priorizadas**

Medida 2.2. Crear espacio de coordinación interinstitucional y con las organizaciones para la prevención y mitigación de los impactos del cambio climático

- Actores involucrados: incluir Cruz Roja

Medida 2.3. Desarrollo de las capacidades institucionales tanto técnica como tecnológicas para mejorar la gestión de riesgos y desastre en el municipio.

- Actores involucrados incluir: Defensa Civil, Cruz Roja y Cuerpo de Bomberos

## **Línea Estratégica 3. Desarrollo de medidas de conservación, restauración y manejo sostenible**

### **Medidas priorizadas**

Medida 3.4. Realizar campañas de sensibilización para la adecuada disposición de los residuos sólidos y su contaminación en las fuentes de agua y cursos de ríos.

Medida 3.5. Campañas de sensibilización de manejo del agua.

Medida 3.6. Diseñar y difundir programas radiales, talleres y charlas orientados a la conservación ambiental, modelos y materiales de construcción de vivienda, vulnerabilidades locales, medidas de adaptación al cambio climático y gestión de riesgo.

#### **Línea Estratégica 4. Promoción de iniciativas productivas sostenibles y adaptativas.**

##### **Medidas priorizadas**

Medida 4.2. Promover el uso de sistemas de irrigación de mayor tecnología y la construcción de reservorios.

- Temporalidad: incluir CP

Medida 4.6. Establecer un sistema de información de alerta agropecuaria.

Medida 4.7. Desarrollar e implementar el seguro agrícola en los productores del municipio.

Medida 4.8 Facilitar acceso a créditos financieros a productores agrícolas y ganaderos.

##### **Sugerencias**

Medida 4.1. Eficientizar y hacer más resiliente la producción de arroz.

Incluir en Resultados: no contamos en este ámbito con la deforestación

- Actores involucrados: incluir Gobernación Provincial

#### **Línea Estratégica 5. Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas del territorio.**

##### **Medidas priorizadas**

Medida 5.2. Desarrollar planes de mejoras de viviendas en zonas críticas para reducir los impactos por las inundaciones.

Resultados: incluir apoyo social y mejorar la infraestructura

Medida 5.4. Conformar y/o fortalecer comités comunitarios de gestión de riesgo adaptación en el municipio.

Resultados: incluir Prevención y promoción de todo lo que es gestión de riegos.

Medida 5.5. Hacer campañas de salud en todo Castañuelas.

#### **Línea Estratégica 6. Construcción y/o rehabilitación de infraestructuras.**

##### **Medidas priorizadas**

Medida 6.1. Reparación de las vías de acceso tales como puentes, caminos vecinales, así como la construcción de vías alternativas de acceso.

##### **Subactividades a tomar en cuenta**

- Reparación de puente que divide Loma y Castañuelas (Barrio Samán y Brisa del Yaque)
- Construcción de muro de gaviones desde Guayubín hasta Montecristi.

Medida 6.2. Mejoramiento de los cauces de las cañadas y zonas de drenajes.

**Subactividades a tomar en cuenta**

- Mejoramiento cauces de las cañadas de Castañuelas, Magdalena y Palo Verde, Palmar y Santa Mónica (agregan esta última).
- Limpieza, dragado y levantamiento de río Yaque del Norte entre Guayubín a Palo Verde. (incluyeron la palabra levantamiento)

Medida 6.4. Construcción del sistema de alcantarillado fluvial (incluyeron esta nueva medida).

- Resultados: tratamiento de las aguas residuales.
- Temporalidad: CP
- Beneficios y co-beneficios esperados: reducción del impacto ambiental
- Sector al que corresponde la medida: INAPA
- Actores involucrados: Ayuntamiento.

Sugerencia en la medida 6.3 Construcción de presas y reservorios en los actores involucrar a las juntas de regantes.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Ayuntamiento Municipal de Castañuela. (2020). *Plan Municipal de Desarrollo 2020-2024*. Castañuela, Monte Cristi.
- Brot für die Welt, H. P. (2020). *Evaluación Participativa de Riesgos Climáticos y Desastres (Herramienta EPRCD)*. Alemania: Brot für die Welt.
- CAF. (2014). *Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe*. Programa Latinoamericano de Cambio Climático (PLACC). Corporación Andina de Fomento.
- CATIE/TNC. (2012). *Análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático del Caribe de Belice, Guatemala y Honduras*. El Programa Regional de USAID para el Manejo de los Recursos Acuáticos y Alternativas Económicas.
- CDKN. (2017). *Estudios de vulnerabilidad en América Latina y el Caribe: recomendaciones a través de la experiencia*.
- CEPAL. (2023). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe*. Santiago: (LC/PUB.2023/11-P/Rev.1).
- Dirección de Información Ambiental, M. d. (s.f.). <https://ambiente.gob.do/>. Obtenido de <https://ambiente.gob.do/>
- Enciclopedia Dominicana SOS*. (s.f.). Obtenido de [http://enciclopediadominicana.org/Municipio\\_Yamas%3%A1#Secciones\\_Del\\_Municipio](http://enciclopediadominicana.org/Municipio_Yamas%3%A1#Secciones_Del_Municipio)
- FUNDASAL/MARN. (s.f.). *Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en El Salvador*. El Salvador.
- Giz. (2017). *El Libro de la Vulnerabilidad*. Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo.
- GIZ./Fundación Horizontes. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad climática y la capacidad de adaptación de las pequeñas y medianas empresas en el sector turístico de Costa Rica*. Costa Rica: Proyecto Global de Adaptación del Sector Privado al Cambio Climático (PSACC).
- <https://iderd.gob.do/>. (s.f.). Obtenido de <https://iderd.gob.do/>: <https://iderd.gob.do/>
- <https://sites.research.google/gr/open-buildings/>. (s.f.).
- <https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>. (s.f.).
- <https://www.probabilidadyestadistica.net/promedio-ponderado/>. (s.f.). Obtenido de <https://www.probabilidadyestadistica.net/promedio-ponderado/>: <https://www.probabilidadyestadistica.net/promedio-ponderado/>
- <https://www.worldclim.org/data/index.html>. (s.f.). Obtenido de Global climate and weather data: <https://www.worldclim.org/data/index.html>

- ICMA. (2016a). Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio Las Terrenas para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Programa de Planificación para la Adaptación Climática, USAID-FEDOMU-ICF.
- ICMA. (2016b). Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio San Pedro para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Programa de Planificación para la Adaptación Climática, USAID-FEDOMU-ICF .
- ICMA. (2016c). Evaluación de la vulnerabilidad climática del Distrito Nacional para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Santo Domingo: Programa de Planificación para la Adaptación Climática, USAID-FEDOMU-ICF.
- ICMA. (2016d). Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio Santiago para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Programa de Planificación para la Adaptación Climática, USAID-FEDOMU-ICF.
- IGN. (2023 ). *Instituto Geográfico Nacional José Joaquín Hungría Morell*. Obtenido de <https://descargas.ign.gob.do/>
- IISD. (2011). *Revisión del Estado de la Situación de Riesgo Climático y su Gestión en República Dominicana*. Santo Domingo.
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* . Ginebra.
- Izzo M, e. a. (2012). *Puntos críticos para la vulnerabilidad a la variabilidad y cambio climático en la República Dominicana y su adaptación al mismo* . Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- MEPyD. (2022). *Índices de Vulnerabilidad y Riesgo a la Variabilidad y el Cambio Climático a Nivel de los Municipios de la República Dominicana*. Santo Domingo: Programa de Asesores Económicos del NDC Partnership | Programa EUROCLIMA+ (documento interno).
- Merino-Benítez, T. y.-T. (2021). *Manual: Proceso Analítico Jerárquico (AHP)*. México:: UNAM.
- Ministerio de Ambiente. (2021). *Índice de Vulnerabilidad de la República de Panamá*. Panamá.
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. (2022). *Uso de la tierra y cobertura 2022*. Santo Domingo.
- Montero, M. (Febrero, 2022). *Manual: Zonificación de cultivos mediante el proceso análisis jerárquico*. Santo Domingo.
- ONE. (2021). División Territorial 2021. República Dominicana. En D. d. Geoestadística. Santo Domingo.
- ONE. (2022). *TU MUNICIPIO EN CIFRAS Castañuelas*. Obtenido de <https://www.one.gob.do/publicaciones/2024/tu-municipio-en-cifras-castanuelas/?altTemplate=publicacionOnline>
- ONE. (septiembre 2020). *Tu Municipios en Cifras. Municipio de Yamasá*. Santo Domingo.

- Ortega-Ordóñez, M.-F. (Marzo, 2021). *Análisis jerárquico aplicado a la determinación de la fragilidad ambiental de la subcuenca del Río Carrizal*. Ecuador: Polo del Conocimiento.(Edición núm. 56) Vol. 6, No 3.ISSN: 2550 - 682X.
- PLENITUD. (2014). Evaluación de la Vulnerabilidad y Capacidad (VCA) frente al cambio climático en la agricultura en la provincia de San Juan y Subzona de Hondo Valle en Elías Piña, República Dominicana. Caribbean Community Climate Change Centre (CCCC), Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) Ministerio de Agricultura.
- PLENITUD. (2022). La Evaluación de vulnerabilidad al cambio climático para los sectores agrícola, ganadero, pesca, turismo y áreas protegidas en la provincia de El Seibo. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Unión Europea/Ministerio Federal Alemán (BMZ)/GiZ.
- PNUD. (2024). *Enfoque en Municipios/Zonas vulnerables al cambio climático - APA*. Santo Domingo: PROGRAMA ADAPTATION PIPELINE ACCELERATOR.
- PNUD/ONU. (2018). Índice de Vulnerabilidad Ante Choques Climáticos. Lecciones aprendidas y sistematización del proceso de diseño y. Panamá.
- PNUD/ONU Medio Ambiente. (2018). *Índice de Vulnerabilidad ante Choques Climáticos: Lecciones aprendidas y sistematización del proceso de diseño y aplicación del IVACC en República Dominicana*. Panama.
- PNUD\_SERNA. (2013). *Guía Metodológica para Incorporar la Adaptación al Cambio Climático en la Planificación del Desarrollo*. Honduras: Proyecto Fondo de Adaptacion.
- Ramiro Ahumada-Cervantes, e. a. (2020). Evaluación de la sensibilidad, asociada a factores sociodemográficos y económicos, de una zona rural expuesta a los impactos de la variabilidad y el cambio climático en México. Mexico: Acta univ vol.30 versión On-line ISSN 2007-9621versión impresa ISSN 0188-6266.
- Rubí, J. R. (2023). *Análisis de vulnerabilidad agrícola al cambio climático para la región del Sistema de la Integración Centroamericana*. México: (SICA), (LC/MEX/TS.2023/38).
- SAATY, R. W. (1987 ). THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS-WHAT IT IS. *Mat/d Modelling*, , Vol. 9, No. 3-5, pp. 161-176,.
- Salvaterra. (2019). *Marco político y estratégico para el desarrollo y la adaptación al Cambio climático en República Dominicana*. . Santo Domingo: Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) en el marco del Mecanismo de Acción Adapt'Action.
- SALVATERRA. (2020). Vulnerabilidad de seis sistemas de producción agrícolas estratégicos en la República Dominicana. Santo Domingo: Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) en el marco del Mecanismo de Acción Adapt'Action.
- SINAC . (2013). *Análisis de vulnerabilidad al cambio climático de las áreas silvestres protegidas terrestres*. . Costa Rica.
- SIUBEN. (2018). *Calidad de Vida. TERCER ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE HOGARES 2018*. Santo Domingo.

- Spark, W. (s.f.). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Castañuelas República Dominicana*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/>
- Spark, W. (s.f.). *Weather Spark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/>
- TCNCC. (2018). *Tercera Comunicación Nacional de la República Dominicana ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Santo Domingo: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Presidencia de la República, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).
- USAID. (2013). *Dominican Republic Climate Change Vulnerability Assessment Report . AFRICAN AND LATIN AMERICAN RESILIENCE TO CLIMATE CHANGE (ARCC)*.
- USAID. (2013). *VULNERABILITY AND RESILIENCE TO CLIMATE CHANGE IN WESTERN HONDURAS. AFRICAN AND LATIN AMERICAN RESILIENCE TO CLIMATE CHANGE (ARCC)*.
- USAID. (2014). *VULNERABILITY AND RESILIENCE TO CLIMATE CHANGE IN southern HONDURAS. . AFRICAN AND LATIN AMERICAN RESILIENCE TO CLIMATE CHANGE (ARCC)*.
- USAID. (2018). *VULNERABILITY ASSESSMENT OF JAMAICA'S TRANSPORT SECTOR. Climate Change Adaptation, Thought Leadership and Assessments (ATLAS)*. Kingston.