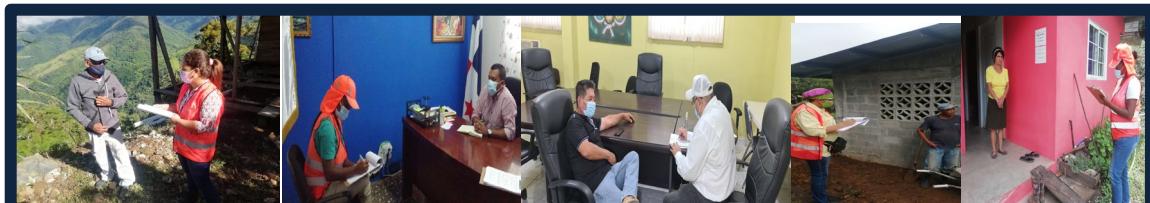
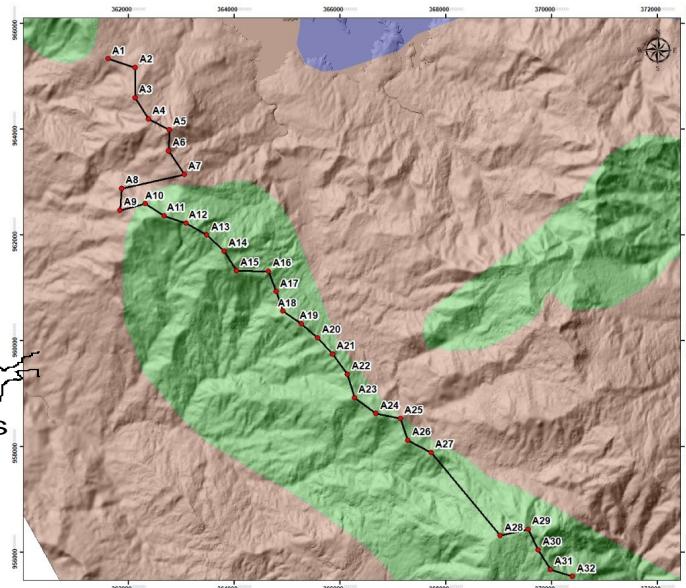


# ANALISIS PROBABILISTICO DE RIESGO MULTIAMENAZA

AREA DE INFLUENCIA PROYECTO (AES)  
“PARQUE EOLICO TRAMONTANA POWER”

## INFORME TÉCNICO



CORREGIMIENTOS DE GUALACA Y HORNITO, DISTRITO DE GUALACA ,  
PROVINCIA DE CHIRQUI

Realizado Por:



24 DE NOVIEMBRE 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

Los resultados de este proyecto van dirigidos a todas aquellas personas que hicieron posible la ejecución del mismo con su participación desinteresada, ofreciendo información valiosa para la elaboración de este informe. Las comunidades emplazadas en el corregimiento de Gualaca en los poblados de Bella vista, Los Planes, Macanito y La Chichicosa, y en el Corregimiento de Hornito las comunidades de Valle de la Mina, Entre Ríos, Pueblo Nuevo, La Soledad, Lavadero, El Cedro Fortuna, Vista Hermosa, Hornito, Quebrada Nueva, Bajo de los Pinos, Chiriquisito. Nueva York, Letrero, nuestro profundo agradecimiento.

Agradecemos al Honorable Alcalde Luis Manuel Estribi, y a los Honorables Concejales H.R. Luis Castillo (Presidente del Consejo), H.R. Jean Carlos Arauz (Corregimiento de Rincón), H.R. Víctor Santiago (Corregimiento de Los Ángeles), H.R. Mártir Guerra (Corregimiento Paja de Sombrero) y el Honorable Representante Jorge Cortez (Corregimiento de Hornito)

## Participantes

### **Coordinador General del Estudio Probabilístico**

PhD Ing Eberto E. Anguizola Montenegro

### **Coordinador Técnico**

Lida Lourdes Arauz Jurado

Recolección de Información Socioeconómica

Lindsay Zarate

Alexa Grant

Manuel Lisondro

## Índice General

	Págs.
<b>1.0 Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Objetivo y Metodología para la Estimación del Riesgo.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.1 Objetivos del Estudio del Riesgo en el Distrito de Gualaca.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Métodos y herramientas utilizados en este Estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.1 Implementación de la herramienta CAPRA para este Estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>2.0 Amenazas Directas en la comunidad (AES).....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Antecedentes y Condicionantes del Riesgo Sísmico.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.1 Sismicidad en el área de estudio.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Antecedentes y Condicionantes del Riesgo Climatológico.....</b>	<b>18</b>
<b>3.0 Construcción de los archivos (Ame. Vul. Exposición) .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Construcción del Módulo Amenaza.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Construcción del Módulo Vulnerabilidad.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3 Construcción del Módulo Exposición.....</b>	<b>27</b>
<b>4.0 Levantamiento de Campo.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Levantamiento de Campo Traslado.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Levantamiento de Campo (Gualaca y Hornito) .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.1 Resumen General del Levantamiento.....</b>	<b>38</b>
<b>5.0 Proceso de Corrida del Software CAPRA.....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Módulo Amenaza.....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Modulo Vulnerabilidad para eventos Sísmicos.....</b>	<b>38</b>
<b>5.3 Mapas de Riesgos Generados para la Población Expuesta.....</b>	<b>40</b>
<b>5.4 Resultados de Daños debido a eventos sísmicos.....</b>	<b>47</b>
<b>6.0 Modulo Amenaza climatológica Deslizamiento.....</b>	<b>48</b>
<b>6.1 Modulo Vulnerabilidad para eventos Deslizamiento.....</b>	<b>49</b>
<b>6.2 Mapas de Riesgos Generados para la Población Expuesta.....</b>	<b>51</b>
<b>6.3 Resultados de Daños debido a eventos de Deslizamiento.....</b>	<b>58</b>
<b>7.0 Amenaza Fuertes Vientos.....</b>	<b>59</b>
<b>7.1 Modulo Vulnerabilidad para eventos Fuertes Vientos .....</b>	<b>60</b>
<b>7.2 Mapas de Riesgos Generados para la Población Expuesta.....</b>	<b>62</b>

<b>7.3 Resultados de Daños debido a eventos de Fuertes Vientos.....</b>	<b>67</b>
<b>8.0 Análisis del Estado de Vulnerabilidad .....</b>	<b>68</b>
<b>9.0 Conclusiones.....</b>	<b>71</b>
<b>10.0 Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>72</b>

### Índice de Mapas

<b>Mapa N°1: Riesgo Sísmico Valle de la Mina y Alto de la Mina Zona subducción.....</b>	<b>42</b>
<b>Mapa N°2: Riesgo Sísmico Valle de la Mina y Alto de la Mina falla Local.....</b>	<b>43</b>
<b>Mapa N°3: Riesgo Sísmico Entre Ríos, Lavadero, Alto de los Pinos.....</b>	<b>44</b>
<b>Mapa N°4: Riesgo Sísmico Fortuna y Soledad.....</b>	<b>45</b>
<b>Mapa N°5: Riesgo Sísmico Los Planes.....</b>	<b>46</b>
<b>Mapa N°6: Riesgo Deslizamiento Valle de la Mina y Alto de la Mina.....</b>	<b>51</b>
<b>Mapa N°7: Riesgo Deslizamiento Soledad.....</b>	<b>52</b>
<b>Mapa N°8: Riesgo Deslizamiento Fortuna.....</b>	<b>53</b>
<b>Mapa N°9: Riesgo Deslizamiento Chiriquicito .....</b>	<b>54</b>
<b>Mapa N°10: Riesgo Deslizamiento Los Planes .....</b>	<b>55</b>
<b>Mapa N°11: Riesgo Deslizamiento Bella Vista .....</b>	<b>56</b>
<b>Mapa N°12: Riesgo Deslizamiento Loma Grande.....</b>	<b>57</b>
<b>Mapa N°13: Riesgo Fuertes Vientos Valle de la Mina y Alto de la Mina.....</b>	<b>62</b>
<b>Mapa N°14: Riesgo Fuertes Vientos Alto de los Pinos, Lavadero, Entre Ríos.....</b>	<b>63</b>
<b>Mapa N°15: Riesgo Fuertes Vientos Fortuna .....</b>	<b>64</b>
<b>Mapa N°16: Riesgo Fuertes Vientos Chiriquicito.....</b>	<b>65</b>
<b>Mapa N°17: Riesgo Fuertes Vientos Bella Vista.....</b>	<b>66</b>

## Índice de Cuadros

Págs.

<b>Cuadro N°1:</b> Levantamiento de Campo .....	<b>34</b>
<b>Cuadro N°2:</b> Área, Tipologías de Construcción, Ubicación.....	<b>35</b>
<b>Cuadro N°3:</b> Área, Tipologías de Construcción, Ubicación.....	<b>35</b>
<b>Cuadro N°4:</b> Área, Tipologías de Construcción, Ubicación.....	<b>36</b>
<b>Cuadro N°5:</b> Área, Tipologías de Construcción, Ubicación.....	<b>36</b>
<b>Cuadro N°6:</b> Área, Tipologías de Construcción, Ubicación.....	<b>37</b>
<b>Cuadro N°7:</b> Área, Tipologías de Construcción, Ubicación.....	<b>37</b>
<b>Cuadro N° 8:</b> Resumen de m <sup>2</sup> por tipología de construcción.....	<b>38</b>
<b>Cuadro N°9:</b> Resumen de Cantidad de tipología de construcción.....	<b>38</b>
<b>Cuadro N°10:</b> Resumen Valor por m <sup>2</sup> por tipología de construcción .....	<b>38</b>
<b>Cuadro N°11:</b> Resumen de Valor Humano por tipología de construcción .....	<b>38</b>
<b>Cuadro N°12:</b> Total, del Perdidas del ValFis y ValHum-W1-SISMO.....	<b>47</b>
<b>Cuadro N°13:</b> Total del Perdidas del ValFis y ValHum-WD-SISMO.....	<b>47</b>
<b>Cuadro N°14:</b> Total del Perdidas del ValFis y ValHum-CBU-SISMO.....	<b>47</b>
<b>Cuadro N°15:</b> Total del Perdidas del ValFis y ValHum-CBRI-SISMO.....	<b>48</b>
<b>Cuadro N°16:</b> Total, del Perdidas del ValFis y ValHum-W1-DESLIZAMIENTO.....	<b>58</b>
<b>Cuadro N°17:</b> Total del Perdidas del ValFis y ValHum-WD-DESLIZAMIENTO.....	<b>58</b>
<b>Cuadro N°18:</b> Total del Perdidas del ValFis y ValHum-CBU-DESLIZAMIENTO.....	<b>58</b>
<b>Cuadro N°19:</b> Total del Perdidas del ValFis y ValHum-CBRI-DESLIZAMIENTO.....	<b>59</b>
<b>Cuadro N°20:</b> Total, del Perdidas del ValFis y ValHum-W1-FUERTES VIENTOS... ..	<b>67</b>
<b>Cuadro N°21:</b> Total, del Perdidas del ValFis y ValHum-WD-FUERTES VIENTOS... ..	<b>67</b>
<b>Cuadro N°22:</b> Total, del Perdidas del ValFis y ValHum-CBU FUERTES VIENTOS....	<b>67</b>
<b>Cuadro N°23:</b> Total, del Perdidas del ValFis y ValHum-CBRI-FUERTES VIENTOS ..	<b>68</b>
<b>Cuadro N°24:</b> Valoración del riesgo en los Corregimientos Gualaca y Hornito.....	<b>70</b>

## Índice de imágenes

	Págs.
<b>Imagen N°1:</b> Grado de Daño.....	<b>12</b>
<b>Imagen N°2:</b> Concepto Empleado de Vulnerabilidad.....	<b>12</b>
<b>Imagen N°3:</b> Pasos de una evaluación de peligro sísmico.....	<b>15</b>
<b>Imagen N°4:</b> Zona Sísmica Cortical.....	<b>17</b>
<b>Imagen N°5:</b> Factor de Seguridad para Deslizamiento.....	<b>24</b>
<b>Imagen N°6:</b> Software Crisis Utilizado.....	<b>26</b>
<b>Imagen N°7:</b> Software Vulsismo.....	<b>27</b>
<b>Imagen N°8:</b> CAPRA GIS.....	<b>28</b>
<b>Imagen N°9:</b> Escenario Sísmico 1 .....	<b>39</b>
<b>Imagen N°10:</b> Escenario Sísmico 2 .....	<b>40</b>
<b>Imagen N°11:</b> Curva de Vulnerabilidad Sísmica-W1 .....	<b>40</b>
<b>Imagen N°12:</b> Curva de Vulnerabilidad Sísmica-WD.....	<b>41</b>
<b>Imagen N°13:</b> Curva de Vulnerabilidad Sísmica-CBU.....	<b>41</b>
<b>Imagen N°14:</b> Curva de Vulnerabilidad Sísmica-CBRI.....	<b>41</b>
<b>Imagen N°15:</b> Corrida del Software CAPRA-para Deslizamiento.....	<b>48</b>
<b>Imagen N°16:</b> Curva de Vulnerabilidad Deslizamiento-W1.....	<b>49</b>
<b>Imagen N°17:</b> Curva de Vulnerabilidad Deslizamiento-WD.....	<b>49</b>
<b>Imagen N°18:</b> Curva de Vulnerabilidad Deslizamiento-CBU.....	<b>50</b>
<b>Imagen N°19:</b> Curva de Vulnerabilidad Deslizamiento-CBRI.....	<b>50</b>
<b>Imagen N°20:</b> Corrida del Software CAPRA-para Fuertes Vientos.....	<b>59</b>
<b>Imagen N°21:</b> Curva de Vulnerabilidad Fuertes Vientos-W1.....	<b>60</b>
<b>Imagen N°22:</b> Curva de Vulnerabilidad Fuertes Vientos-WD.....	<b>60</b>
<b>Imagen N°23:</b> Curva de Vulnerabilidad Fuertes Vientos-CBU.....	<b>61</b>
<b>Imagen N°24:</b> Curva de Vulnerabilidad Fuertes Vientos-CBRI.....	<b>61</b>

## Índice de Fotos

	Págs.
<b>Foto N°1:</b> Casa de Bloque de Concreto Reforzada.....	<b>29</b>
<b>Foto N°2:</b> Casa de Madera de dos Plantas.....	<b>29</b>
<b>Foto N°3:</b> Casa de Bloque de Concreto Sin Reforzada.....	<b>30</b>
<b>Foto N°4:</b> Casa de Bloque de Concreto Sin Reforzada.....	<b>30</b>
<b>Foto N°5:</b> Casa de Bloque de Concreto/Madera.....	<b>31</b>
<b>Foto N°6:</b> Casa de Bloque de Concreto Sin Reforzada.....	<b>31</b>
<b>Foto N°7:</b> Casa de Madera de una sola Planta.....	<b>32</b>
<b>Foto N°8:</b> Casa de Bloque de Concreto Reforzada.....	<b>32</b>
<b>Foto N°9:</b> Casa de Madera de una sola Planta.....	<b>33</b>

## Siglas Utilizadas Primarias

<b>CAPRA</b>	Comprehensive Approach Probabilistic Risk Assessment
<b>ETESA</b>	Empresa de Transmisión Eléctrica
<b>ETP</b>	Evapotranspiración Potencial
<b>ETR</b>	Evapotranspiración Real
<b>FODA</b>	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
<b>PGA</b>	Peak Ground Acceleration
<b>PARCA</b>	Plan Ambiental de la Región Centroamericana
<b>EEANGUIZOLA</b>	Modificación de Formulas de Cálculo de Curvas de Vulnerabilidad
<b>PRRD</b>	Plan Regional de Reducción de Desastres
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>RESIS 1</b>	Programa de Análisis de Riesgo Sísmico implementado para Centroamérica



## 1.0 Introducción.

El Distrito de Gualaca fue fundada en 1766 por misioneros franciscanos procedentes de Guatemala, quienes erigieron el pueblo indígena de Nuestra Señora de Los Ángeles, integrado por guaymíes catequizados. En el año 1796 los indios gualacas, chalivas y doraces, la cual llamaron "**Nuestra Señora de Guadalupe de Gualaca**". No se encuentra referencia específica en cuanto al nombre de Gualaca. Es probable que el nombre del Distrito se derive de la tribu indígena Gualaca, la cual junto con los chalivas, doraces y changuinas habitaban en esas tierras al momento de la colonización.

En 1824, Gualaca figura como Parroquia del Cantón de Alanje, el cual a su vez, pertenecía a la provincia de Veraguas. En aquel año, Gualaca registraba una población de **824 habitantes**. En 1862, habitaban en esta parroquia **1,351 habitantes**.

Gualaca como distrito, fue creado por Ley del 29 de diciembre de 1862, expedida por la Asamblea Constituyente del Estado Federal de Panamá que, según Osorio, dice así: "El Departamento de Chiriquí se compone de los distritos de David, Alanje, Boquerón, Bugaba, Dolega, **Gualaca**, Las Lajas, Remedios, San Pablo, San Lorenzo y Tolé, su capital David". (Osorio, 1988. Pág. 602. Tomo II).

EL Corregimiento de Hornito se caracteriza por el Imponente **Cerro Hornito** (de 2 102 metros sobre el nivel del mar), con aparente forma de horno, motivó a los primeros colonizadores de estas tierras Inter montañas a bautizar con este diminutivo a la región.

Según Laurencio Guerrero (1943) este corregimiento nació en 1969, a solicitud de Eladio Tribaldos, Antonio Guerra, Antonio Samudio Santamaría y Ovidio Tapia, quienes fueron los zapadores del lugar. El nombre del poblado cabecera, Valle de la Mina, está vinculado con la leyenda de una mina de oro en las inmediaciones de la quebrada de igual designación y porque existe un sitio conocido como Lavadero. Predominan en este sector las familias Quirós, Bejerano, Samudio y Santamaría. Pueblo Nuevo, de reciente data, concentra una población cuyos orígenes se

relacionan con la actividad ganadera de los Vergara. Luego se asentaron Néstor Quirós y Tomasa Rovira, Dolores Quirós, Gelo Rodríguez y Elena Aispurúa, Avelino Rodríguez y Adelina del Cid.

Teniendo en cuenta la base histórica del lugar, presentamos de una forma Científica-Técnica el **Análisis Probabilístico Multiamenaza utilizando la Plataforma CAPRA**, en los corregimientos de Gualaca y Hornito, Distrito de Gualaca Provincia de Chiriquí, donde se analizaron las cuatro amenazas más importantes que están expuestos los pobladores de este corregimiento. Estas amenazas son: Sísmica, Deslizamientos y Fuertes Vientos.

La vulnerabilidad en los Corregimientos de Gualaca y Hornito dependieron básicamente de tres factores fundamentales: tipología de construcción, ubicación de la edificación y la densidad poblacional expuesta.

Para la definición de estos factores se trabajó por medio de curvas de vulnerabilidad. Éstas relacionan la probabilidad de sufrir un cierto grado de daño con algunos parámetros como son, la intensidad  $I$ , la aceleración o el desplazamiento espectral ( $PGA$ ,  $Sa$ ,  $Sd$ ) para eventos sísmicos y las tipologías de construcción para eventos de deslizamientos, Inundación y Vientos Fuertes.

## 1.1 Objetivo y Metodología para la Estimación del Riesgo

### 1.1.1 Objetivos del Estudio del Riesgo en los Corregimientos de Gualaca y Hornitos

Los principales objetivos de este Proyecto para estimar el riesgo Multiamenaza son:

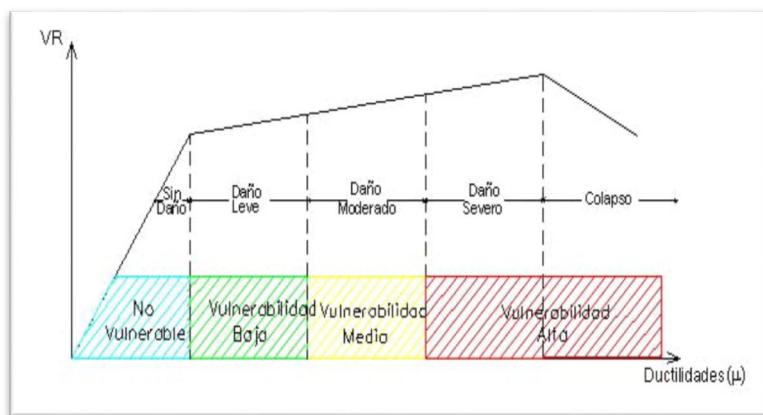
1. Mejorar la conciencia del riesgo al que estamos expuestos, en comunidades con alta vulnerabilidad social.
2. Promover una mejor construcción y ubicación de emplazamientos y comunidades. Mejorar la capacidad de respuesta de nuestras instituciones ante las emergencias y la preparación mediante programas de Gestión de Riesgo comunitarios.
3. Tomar las decisiones correspondientes ante que suceda una calamidad.
4. Realizar trabajo de Concientización a nivel comunitaria para disminuir el riego el lugar donde están emplazadas las viviendas.

## 1.2 Métodos y herramientas utilizados en el Estudio para la estimación de pérdidas para cada amenaza natural.

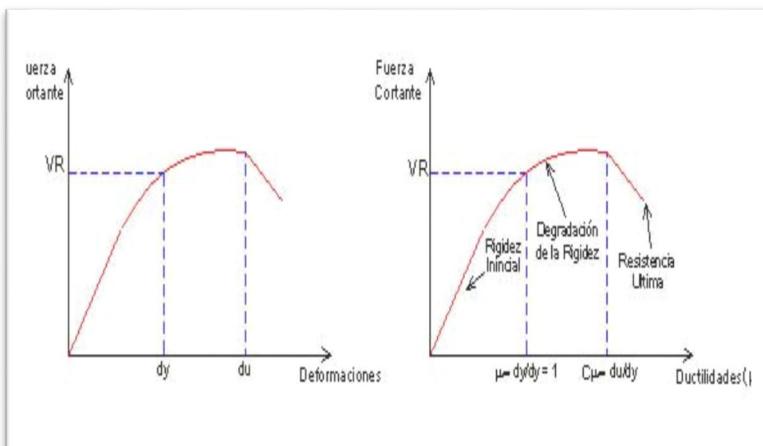
Existen dos tipos de métodos utilizados para calcular el Riesgo: los Métodos Empíricos y los Métodos Analíticos. Para este estudio se utilizó el método analítico.

### 1.2.1 Implementación de la herramienta CAPRA para este Estudio.

En la Plataforma **CAPRA (ERN-AL, 2009)** y la adecuación de las Curvas de Vulnerabilidad para la República de Panamá por (**EE. ANGUILZOLA,2015**), Doctor Eberto Anguizola Montenegro, en donde el riesgo se determina a través del cálculo de la tasa de excedencia de pérdidas que es la cantidad esperada en cada evento por unidad de tiempo que producirán pérdidas iguales o mayores a un nivel de pérdidas determinado.



**Imagen N° 1:** Grados de Daños-Vulnerabilidad Estructural



**Imagen N° 2:** Concepto empleado de Vulnerabilidad Estructural.

La probabilidad de exceder un nivel determinado de movimiento del terreno durante un período de tiempo establecido, el cual puede presentarse en forma de aceleración máxima del terreno (PGA), se conoce como amenaza sísmica. Su evaluación es el primer paso en la estimación del riesgo sísmico. Sismos fuertes en áreas remotas causan una peligrosidad sísmica alta, pero no representan ningún riesgo, debido a que no hay estructuras que puedan verse afectadas significativamente; por otro lado sismos moderados en zonas densamente pobladas y urbanizadas puede que representen una amenaza pequeña pero un alto grado de riesgo, debido a la alta densidad de la población y de las edificaciones.

La vulnerabilidad de un elemento es la susceptibilidad para sufrir daños frente a una amenaza, que para este estudio (Multiamenaza incluyendo la Sísmica). La forma de cuantificar esta vulnerabilidad es por medio de la definición de funciones de vulnerabilidad, las cuales se asignan a cada uno de los elementos expuestos de acuerdo a su sistema estructural. Ésta puede entenderse como una característica intrínseca del edificio o estructura, que depende únicamente de sus características de diseño y construcción.

En una edificación la vulnerabilidad estructural depende de los materiales de construcción, configuración estructural y las técnicas constructiva empleadas, entre otros; por lo cual, conjuntos o grupos de edificaciones que presenten un comportamiento sísmico similar se pueden agrupar en tipologías de edificios (Rota et al., 2008). Igualmente muchas veces es necesario considerar la influencia del uso (residencial, comercial, industrial, deportivo, escolar, salud, etc.) en la distribución interna, contenido de la edificación, y requisitos de diseño, ya que influye en la relación entre daños y pérdidas humanas esperadas. (Giovinazzi, 2005).

En la Plataforma CAPRA (**ANGUIZOLAE.E.2015**), el riesgo se determina a través del cálculo de la tasa de excedencia de pérdidas que es la cantidad esperada de (eventos) por unidad de tiempo que producirán pérdidas iguales o mayores a un nivel de pérdidas determinado.

Se asume que la generación de pérdidas está regida por un proceso de Poisson

donde la tasa de excedencias  $v(p)$  está definida por la probabilidad de excedencia  $\Sigma \Pr(p > P)$  dividida por el tiempo de exposición  $t$ . Esto se expresa como

$$v(p) = \sum \Pr(P \geq p)/t$$

(1)(ANGUIZOLA-2015)

La distribución de la probabilidad de pérdidas para cada evento será

$$f(p|evento\ i)$$

(2)(ANGUIZOLA-2015)

Esto es imposible de determinar directamente, por lo que se obtiene sumando distribuciones de probabilidad condicionales

$$f(p|evento\ i) = \int_0^{\infty} f(p|Sa) f(Sa|evento\ i) dSa$$

(3)

Donde  $f(p|Sa)$  es la vulnerabilidad y  $f(Sa|evento\ i)$  es la amenaza sísmica

Esto también se puede expresar como

$$v(p) = \sum \Pr(P \geq p|evento\ i) \cdot f_A(evento\ i) \quad (4)$$

Donde la probabilidad de superar el nivel de pérdida esperada  $p$  para un evento  $i$  está dado por la expresión  $\Pr(P \geq p|evento\ i)$  y  $f_A(evento\ i)$  es la frecuencia de ocurrencia anual del evento  $i$ . Al multiplicar el porcentaje de daño, dado por las funciones de vulnerabilidad, y el valor monetario expuesto se obtiene la pérdida económica esperada de todos estos elementos. Las métricas de riesgo que aparecen en los resultados se obtienen a partir de estas tasas de excedencias (Zuloaga Romero, 2011).

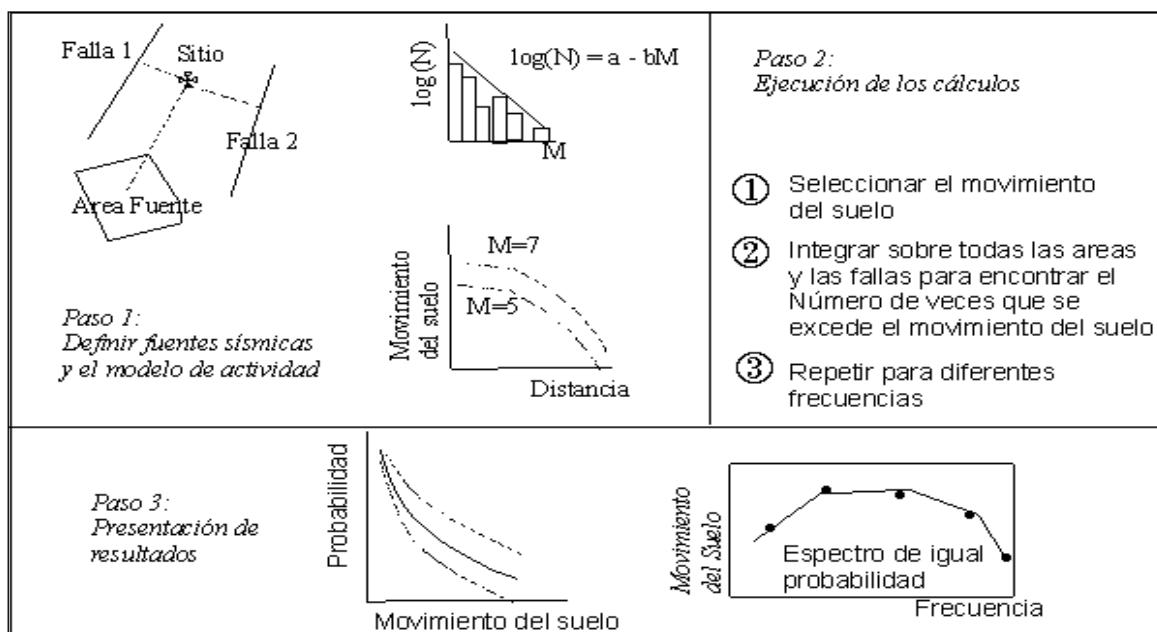
Para este estudio se ha logrado obtener una base de datos de estructuras y población en sistema de información geográfica (SIG) con información geográfica y tabular, cuantitativa y cualitativa con un nivel de detalle predio a predio, logrando un nivel de alta precisión de datos.

## 2.0 Amenazas en la Provincia de Chiriquí , Distrito de Gualaca, Corregimientos de Gualaca y Hornitos.

En primera instancia presentamos los datos de entrada en cuanto a amenaza sísmica para este estudio. Para la amenaza climatológica se utilizaron bases de datos proveída por el departamento de Hidrometeorológica de la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA)

### 2.1 Antecedentes y Condicionantes del Riesgo Sísmico

En los últimos años ha tenido mucho auge la metodología probabilista de evaluación de la amenaza sísmica, conocida por sus siglas en inglés PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Assessment). Esta metodología ha sido expuesta en detalle en varias publicaciones entre las que tenemos, Cornell (1968), National Research Council (1988), Reiter (1990), Aki e Irikura (1991), McGuire (1993; 1995; 2001), Sommerville (1996), Abrahamson (2000; 2006), Musson *et al.*, (2001); Savy *et al.* (2002), Gupta (2002), Oliveira y Campos-Costa (2006) y Baker (2008). En la **Imagen N°3**, se describe los pasos principales para un estudio de amenaza sísmica probabilista.



**Imagen N°3:** Pasos de una evaluación de peligro sísmico probabilista. (Camacho et al., 2000).

Todo evento sísmico se puede caracterizar en función de tres factores: la fuente sísmica, el medio de propagación y los efectos locales o de sitio. Los efectos de sitio son los responsables de todas las modificaciones en la amplitud que sufre la señal sísmica una vez que alcanza la superficie. Por lo general, terrenos asentados en suelos blandos, a diferencia de aquellos asentados sobre lechos rocosos, amplificarán la señal sísmica en un rango de frecuencias determinado, y van a afectar en forma directa los asentamientos humanos establecidos sobre ellos.

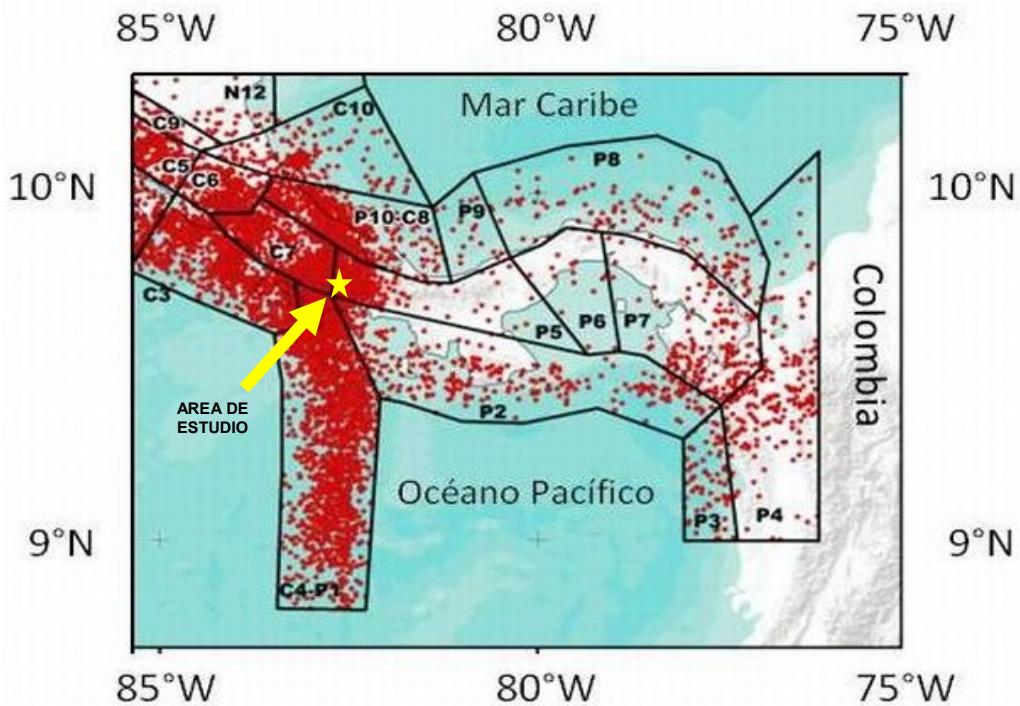
Los depósitos superficiales de suelos influyen sobre las características del movimiento fuerte generado por un sismo y la respuesta de la capa o estrato influirá en la amplitud del movimiento y también en su contenido de frecuencias (Bommer, 1996). Buenas revisiones sobre el efecto de sitio han sido publicadas por Sánchez Sesma (1987), Seed et al., (1997) y Seed et al., (2001).

### **2.1.1 Sismicidad en el Área de Estudio**

Primeramente se realizó una depuración del catálogo sísmico (desde 1,500 a 2,020) para eliminar duplicidades y homogenizar las magnitudes a magnitud de momento, Mw, luego se definieron las fuentes que originan los sismos como las zonas de fallas local y zonas de subducción, que tienen mayor influencia en el Distrito de Gualaca, en los Corregimientos de Gualaca y Hornito y se determinaron algunos parámetros geométricos de las mismas, sus intensidades, sismicidad y funciones de atenuación, elementos que fueron considerados para la generación de los diferentes escenarios de sismos por medio del software de computación de amenazas sísmicas Crisis 2007 V7.6 (Ordaz, Aguilar y Arboleda, 2007). Esta información fue después alimentada al programa **CAPRA GIS** en el archivo de formato **.AME**. Con esto se logra determinar la amenaza sísmica en roca, es decir el efecto producido por un sismo en profundidad sin incorporar los ‘efectos de sitio’ o tomar en cuenta cómo influyen las capas superficiales de suelo en amplificar los efectos de un sismo sobre las edificaciones en los lugares poblados de Hornito.

Para la evaluación de la amenaza sísmica de los Corregimientos de Gualaca y Hornito se empleó como base el catálogo utilizado en el estudio del RESIS II (Camacho y Benito, 2009) y se actualizó hasta diciembre de 2019. Se incluyó la

sismicidad histórica con los hallazgos recientes y se volvió a revisar la completitud del nuevo catálogo sísmico. Los sismos históricos más significativos ( $M>7.0$ ) anteriores a 1960 fueron incluidos en las corridas con el programa EXPEL (Benito et al., 2004) para calcular los valores de N, a y b. Se emplearon las mismas zonificaciones que las empleadas en el RESIS 1 (Benito et al., 2012), pero a diferencia de la zonificación cortical del RESIS 2, ahora el CDNP se segmentó en tres zonas: P8, P9 y P10, basados en la sismicidad histórica (Camacho et al, 1994), la batimetría (Silver et al., 1990).



**Imagen N°4:** Zonificación Sísmica cortical empleada para la evaluación de la amenaza sísmica para el Distrito de Gualaca, en los Corregimiento de Gualaca y hornito.

También se revisó la clasificación asignada por Arango et al. (2010) y Schmidt (2010) en sus bases de datos de movimiento fuerte para Centroamérica, en el caso de sismos que aparecieran en ambas bases de datos, incluyendo también la revisión de la clasificación de sitio de las estaciones por ellos reportada. Los dos trabajos anteriores utilizaron esquemas de clasificación seguidos por NEHRP, McVerry et al. (2006) y Zhao et al. (2006a), basados en combinación de índices y utilizando

información geológica, geotécnica, perfiles geofísicos de velocidad de la onda cortante ( $V_s$ ), períodos predominantes del sitio, razones espectrales de los sismos registrados por cada estación y clasificaciones previa.

## **2.2 Antecedentes y Condicionantes del Riesgo Climatológico que producen Deslizamiento de Tierra, Inundaciones y Fuertes Vientos en la Provincia de Chiriquí.**

### **A. Descripción de la Cuenca Hidrográfica del área de Estudio**

La cordillera chiricana constituye un eje de antiguos conos volcánicos, cuya línea de cresta oscila entre los **3,300** y los **2,000** metros de altura (sector occidental) y entre los **2,800** y los **1,500** metros (sector oriental), la cual comprende el área donde se realizó el estudio de Amenaza Climática.

Esta cordillera presenta una morfología muy quebrada, crestas redondeadas, vertientes con fuertes declives y valles profundamente escarpados. Esta estructura demuestra rocas recientes y de bastante resistencia, como lo reflejan los numerosos rápidos y saltos de agua.

El relieve general de la región está conformado por las alturas de las cordilleras Central y de Talamanca, que en este sector alcanzan su mayor desarrollo, constituyendo una línea de altas cumbres que sobrepasan con frecuencia los **2,000 metros**: Cerro Pando, Totuma, Picacho, Horqueta, Pata de Macho y otros más. Antepuesto a este sistema montañoso se levanta el Volcán Barú, que lo supera en más de **3,000 metros**.

**La cuenca No. 108** está formada por los **ríos Chiriquí**, Caldera, Cochea, David, Majagua y Gualaca entre otros; siendo el río Chiriquí el principal. Se ubica en la provincia de Chiriquí entre las coordenadas **8° 15' y 8° 50'** de latitud norte y **82° 10' y 82° 30'** de longitud oeste. El área de drenaje total de la cuenca es de **1,905 Km<sup>2</sup>** hasta la desembocadura al mar y la longitud de su río principal es de **130 Km**. El caudal mensual promedio registrado cerca a la desembocadura del río es de **132 m<sup>3</sup>/s**. La cuenca registra una precipitación media anual de **3,800 mm**, oscila entre **2,500 mm** cerca de las costas y **4,500 mm** en la cuenca alta del área de estudio. El **90%** de las lluvias ocurre entre los meses de **mayo a noviembre**. Esta cuenca

presenta un índice de disponibilidad relativa anual de **8.25**, lo que indica que hay disponibilidad del recurso a pesar de que durante la temporada seca experimenta algunos valores bajos en cuanto a la oferta para suministrar la demanda (**ANAM, 2009**) ahora **MIAMBIENTE**. La elevación media de la cuenca es de **270 msnm** y la elevación máxima se ubica en el Volcán Barú, al noroeste de la cuenca con una altitud de **3,474 msnm**. El clima de la cuenca es variado, registrándose un clima templado seco en un **10%** de la cuenca, clima tropical muy húmedo en **20%** de la superficie y clima tropical húmedo en el **60%**, quedando un **10%** de la superficie con un clima seco.

Los índices que dan los límites entre los diferentes climas en el sistema de clasificación climática de Köppen coinciden con los grandes grupos de vegetación y se basan en datos de temperaturas media mensual, temperatura media anual, precipitaciones medias mensuales y precipitación media anual.

Este tipo de sistema o clasificaciones distingue zonas climáticas y, dentro de ellas, tipos de clima, de tal manera que resultan varios tipos fundamentales de climas.

Para este estudio se ha definido básicamente en el área del Distrito de Gualaca, en los Corregimientos de Gualaca y Hornito hay una zona climática.

**La Zona A** - Comprende los climas tropicales lluviosos en donde la temperatura media mensual de todos los meses del año es mayor de **18°C**. En esta zona climática se desarrollan las plantas tropicales cuyos requerimientos son mucho calor mucha humedad, o sea, que son zonas de vegetación mega terma.

## B. Valores utilizado para el cálculo de condiciones climáticas adversas

- ✓ **Determinación de IDF y las Tormentas en el área de Influencia solo para el calculo de Amenaza Climática con escenarios extremos-CAPRA**

Para este estudio se carga el software CAPRA con valores climáticos extremos del área de influencia del Distrito de Gualaca en los corregimientos de Gualaca y Hornito, se presenta un resumen de los resultados de los estudios de Intensidad-Duración-Frecuencia (**IDF**) de la precipitación en el área donde se ubican los poblados dentro

del corregimiento de Gualaca tenemos; Bella vista, Los Planes, Macanito y La Chichicosa, y en el Corregimiento de Hornito tenemos los poblados de Valle de la Mina, Entre Ríos, Pueblo Nuevo, La Soledad, Lavadero, El Cedro Fortuna, Vista Hermosa, Hornito, Quebrada Nueva, Bajo de los Pinos, Chiriquisito. Nueva York, Letrero.

✓ **Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)**

El Departamento de Hidrometeorológica, de la Empresa de Transmisión Eléctrica **ETESA**, suministró la información de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) de la estación **David (108-023)**. No existe información de IDF en otras estaciones cercanas al área de interés.

En este Estudio la Empresa **LANDSTAR CONSULTORIA & INSPECCION**, consideró que para los datos de entrada climatológica del software CAPRA, se debería ajustar la información de David para que reflejara las intensidades mayores de precipitación que se dan en el área de Gualaca.

Para considerar las distintas intensidades de lluvias entre la estación base de David y el punto donde se aplicará la Fórmula Racional, se estimó necesario elaborar los cuadros de IDF en otra estación más alejada de la conducción. Teniendo dos estaciones con datos de IDF, se podría aplicar un coeficiente en función de la distancia a la estación de David.

✓ **Lluvias máximas de 24 horas**

Para tener una idea inicial de las variaciones de la precipitación pluvial se consideraron las estadísticas de las lluvias máximas anuales en **24 horas** para las cinco estaciones siguientes, en la parte Alta del Corregimiento de Hornito:

- 1-. La Esperanza (108-010)
- 2-. Angostura de Cochea (108-013)
- 3-. Gualaca, Veladero (108-014)
- 4-. David (108-023)
- 5-. Bella Vista(108-032)

A partir de la lluvia de **24 horas** se pueden hacer aproximaciones para obtener la lluvia de 1 a 48 horas. Los análisis estadísticos para el cálculo de la frecuencia de las precipitaciones máximas de **24 horas** se hicieron usando cinco métodos analíticos. Se seleccionó el modelo de **Gumbel Tipo 1** por considerarlo muy representativo de las series de datos.

En el análisis de las precipitaciones máximas en **24 horas** se utilizó la estación David, localizada en la parte baja de la cuenca. Esta estación cuenta con información sobre lluvias menores de dos horas. Las curvas **IDF** de esta estación fueron suministradas por **ETESA-2014**

✓ **Análisis de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)**

El análisis regional de crecidas realizado para este estudio se basa en cuencas relativamente grandes.

La aplicación de la Fórmula Racional exige el uso de intensidades de precipitación, expresadas en milímetros por hora, en función del tiempo de concentración, L, en minutos, de las cuencas pequeñas. Para el cálculo de las intensidades asociadas a duraciones menores de dos horas se utilizaron, en primera instancia, los coeficientes del United States Bureau of Reclamation (USBR) para relacionar la lluvia de 60 y 120 minutos con la lluvia de 24 horas: (información Generada para este Proyecto)

Duración, t (minutos)	Coeficiente USBR (P <sub>1</sub> /P <sub>24</sub> )
<b>60</b>	<b>0.22</b>
<b>120</b>	<b>0.31</b>

Donde:

P, - Precipitación, en lnm, de duración t  
 minutos P<sub>24</sub> - Precipitación, en mm, de  
 duración **24 horas**.

✓ **Determinación de las Tormentas para el análisis probabilístico en los Corregimientos de Gualaca y Hornito**

La determinación de las tormentas para la creación de escenarios críticos, incluyó la ejecución de las siguientes actividades:

1. Análisis, Verificación y/o Complementación de la Información existente sobre tormentas. Estación **David N°108-023**
2. Elaboración de la curva Intensidad – Duración - Período de Retorno

Para el análisis de tormentas se requirió de la información registrada en el fluviógrafo de la **Estación N°108-023**.

Con la información recibida de **ETESA**, se evaluaron las precipitaciones de igual duración, para períodos desde **5** hasta **1.440 minutos**. Se utilizó el método de análisis de frecuencias extremas de Gumbel, a efectos de determinar la intensidad para diferentes frecuencias (períodos de retorno).

**C. Para la Amenaza por Deslizamiento de Tierra**

Dentro de los Corregimientos de Gualaca y Hornito, se utilizaron dos conceptos técnicos: El Primero por Deslizamiento de Tierra Provocados por intensas lluvias y el Segundo, por deslizamientos provocados por movimientos sísmicos.

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los seres humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb-1989); sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia. El **90%** de las pérdidas por deslizamientos e inundaciones son evitables si el problema se identifica con anterioridad y si toman medidas de prevención o control (**Suárez, 2001**).

Los deslizamientos son definidos como el movimiento de masas de las rocas o flujos de tierra que se desplazan pendiente abajo, cuando el esfuerzo cortante excede a la resistencia al corte del material. Las causas que generan los deslizamientos son:

A). Incremento del esfuerzo cortante que es producido por

- remoción del soporte lateral y de base
- incremento de la carga
- incremento de la presión lateral
- esfuerzos transitorios
- movimientos tectónicos regionales

B). Disminución de la resistencia al corte

- disminución de la resistencia del material
- cambios en las fuerzas intergranulares provocada por las presiones del agua en los poros
- cambios en la estructura

C). Otros factores que juegan un papel importante en la generación de deslizamientos son:

- tipo de material
- atributos geomorfológicos (pendiente)
- tipos de movimientos
- clima
- agua
- mecanismo de disparo (sismos, lluvias, actividad humana, otros.).

Para este análisis utilizamos los mecanismos de disparo (sismos, lluvias, actividad humana, otros.). Para los Corregimientos de Gualaca y Hornito las amenazas por deslizamientos se aplicaron dos métodos:

- ✓ **Método Determinístico**
- ✓ **Método Indirecto.**

#### **-Método Determinístico**

El modelo determinístico está basado en la Amenaza Absoluta, y da valores absolutos para la amenaza como por ejemplo, el factor de seguridad. Para esto se utiliza el Modelo de Caja Gris que se basa parcialmente en un modelo físico y estadístico (**Carrara et al., 1988 en GISSIZ, 2000**).

Este modelo fue aplicado a la Cuenca N°108, utilizando la información disponible

suministrada por ETESA-2020.

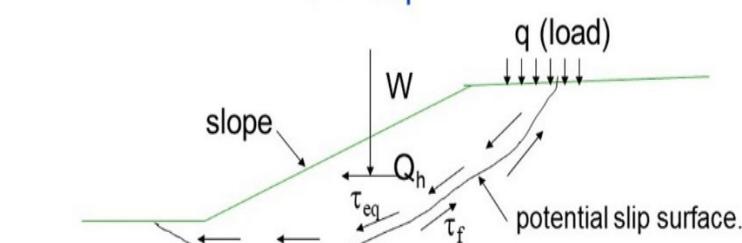
### -Método Indirecto

Este método consiste en el levantamiento de una gran cantidad de parámetros y el análisis de todos los factores posibles que contribuyen a la ocurrencia del fenómeno de inestabilidad de los taludes; de esta manera, se determina la relación entre las condiciones del terreno y la ocurrencia de los deslizamientos. Las condiciones bajo las cuales ocurre la falla de un talud se establecen basadas en los resultados de estos análisis. Para la elaboración del mapa de amenazas se utilizó el programa ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*, ITC, Enschede, Holanda), versión 5.0 Academic para Windows 10. **ILWIS** es un programa del Sistema de Información Geográfica (SIG) con capacidad para el procesamiento de imágenes, que permite introducir, manejar, analizar y presentar datos geográficos; A partir de estos datos se puede generar información sobre patrones espaciales y temporales y de los procesos sobre la superficie terrestre (*ILWIS-User's Guide, 2001*).

### FACTOR DE SEGURIDAD

$$FS = \frac{\text{shear strength}}{\text{shear stress required for equilibrium}}$$

$$= \tau_f / \tau_{eq}$$



Usually F is assumed constant along a potential slip surface.

**Imagen N°5:** Factor de Seguridad empleado para la modelación de Deslizamiento de Tierra para los Corregimientos de Gualaca y Hornito

### D. Para la Amenaza por Fuertes Vientos

Definimos el concepto de viento como el movimiento natural del aire. Se determina por la dirección o punto del horizonte desde donde sopla, y por su velocidad de la

cual depende su mayor o menor fuerza. Si bien el viento es una cantidad vectorial y se puede considerar una variable primaria por naturaleza, por lo general la velocidad (la magnitud del vector) y la dirección (orientación del vector) se tratan frecuentemente como variables independientes.

Con el fin de que los registro de una o más estaciones puedan ser comparable entre sí se ha convenido internacionalmente que el viento en superficie puede ser medido a una altura normalizada de **2.0 m.** sobre el suelo, en terreno descubierto. Se entiende por terreno descubierto aquel en que la distancia entre el instrumento y cualquier obstáculo es mayor o igual a **2 veces** la altura del obstáculo. La velocidad del viento determina el desplazamiento del aire en un tiempo determinado.

La variación del viento a (**2 metros de la superficie**) a lo largo del año en la **cuenca N°108**, tomando como referencia la estación Bella Vista **N°108-032**, se distinguen claramente dos períodos que coinciden con la época seca y lluviosa. Los valores más elevados de velocidad del viento se presentan en los meses secos cuando la región es invadida por el flujo predominante de los vientos alisios del noroeste. Se ha estimado la dirección del Viento el Distrito de Gualaca de la Siguiente manera:

- ✓ Viento del Este o Levante (E): de **67.5º a 112.5º**
- ✓ Viento del Sureste o Xaloc (SE): de **112.5º a 157.5º**
- ✓ Viento del Sur o Migjorn (S): de **157.5º a 202.5º**
- ✓ Viento del Suroeste o Llebeig (SW): de **202.5 a 247.5º**
- ✓ Viento del Oeste o Poniente (W): de **247.5º a 292.5º**
- ✓ Viento del Noroeste o Mistral (NW): de **292.5º a 337.5º**

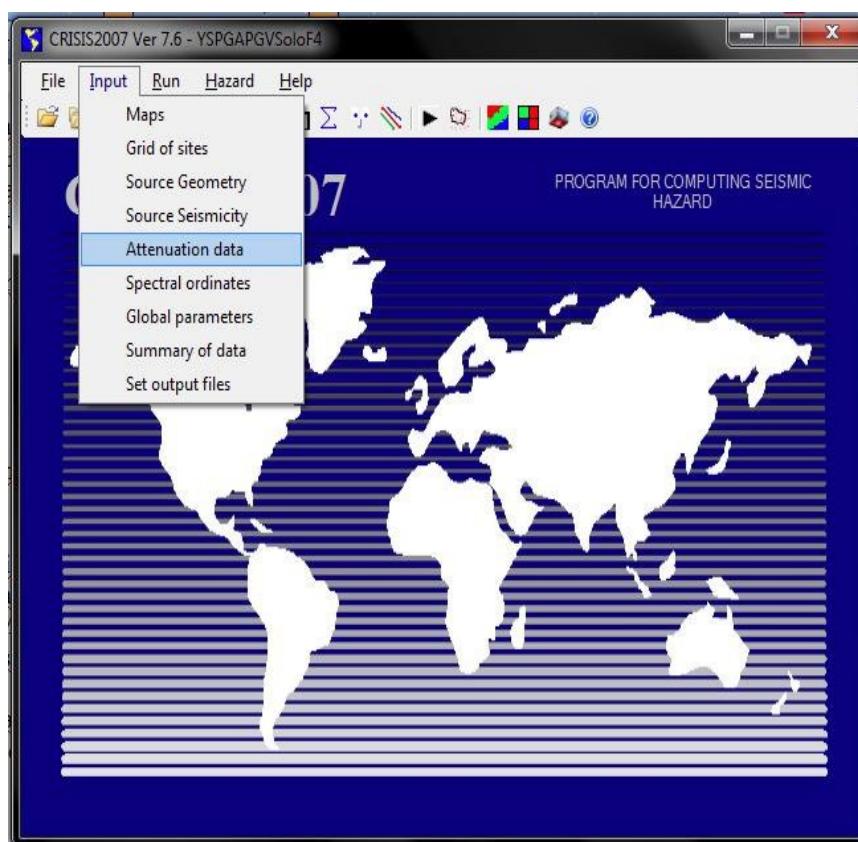
La data de escenario de viento generada por el software CAPRA va correlacionada a los eventos de tormentas que se generan en las dos vertientes.

### **3.0 Construcción de los archivos de Amenaza, Vulnerabilidad y Exposición.**

Para la construcción de este archivo fue necesario utilizar los softwares: CRISSIS 2007, Vulnerabilidad ERNL-2009 y EE. ANGUILZOLA VUL-2015, CAPRA GIS, ARC-GIS,CAPRA-WIND, CAPRA-LANDSLIDE.

#### **3.1 Amenaza** El módulo de amenaza se construyó para la frecuencia y severidad

de la peligrosidad en un lugar específico. El Área de Estudio se complementa mediante el análisis de las frecuencias históricas de los eventos y revisando los estudios científicos sobre la severidad y frecuencia realizados en la zona del Distrito de Gualaca. La amenaza sísmica se expresa en términos de tasas de excedencia de valores de intensidad sísmica ( $a$ ). Los cálculos consideran la contribución de los efectos de todas las fuentes sísmicas localizadas en cierta área de influencia. Para esto se utilizó el Software Crisis.



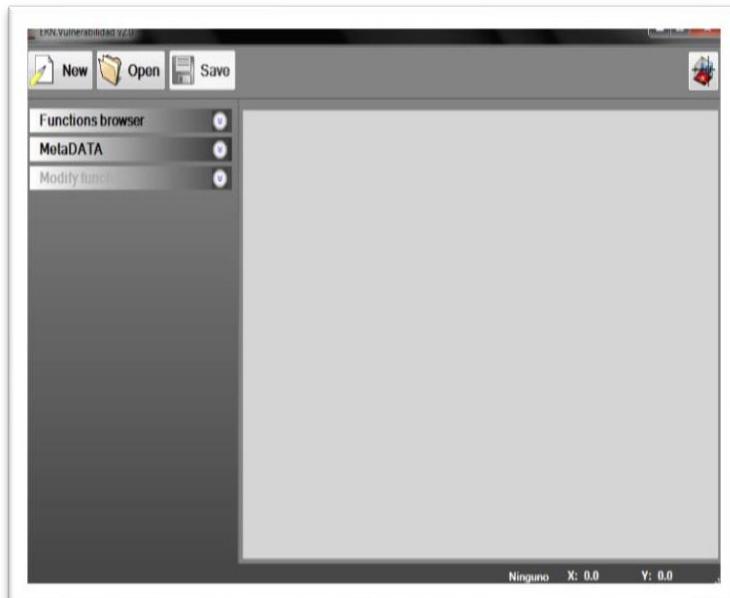
**Imagen N°6:** Software Crisis-Utilizado para el análisis de amenaza sísmica.

**3.2 Vulnerabilidad:** La vulnerabilidad estructural se define como la cantidad de daño esperado en una estructura o conjunto de estructuras, causado o inducido por un nivel dado de intensidad sísmica (IMM o Sd, Sa, Sv). La vulnerabilidad estructural depende de la magnitud del evento y el tipo de elementos estructurales expuestos. La vulnerabilidad estructural también se define como la probabilidad de falla de un edificio o grupo de edificios bajo diferentes niveles de amenaza.

Los daños estructurales producidos por eventos adversos dependen de varios factores:

- ✓ La intensidad del evento;(Sismo) Deslizamientos) (Fuerte Vientos)
- ✓ Terrenos con pendiente pronunciada;
- ✓ Tipología de las construcciones;
- ✓ Técnicas constructivas;
- ✓ Edad de la estructura.

Para modelar este Modulo se utilizó el Software Vulnerabilidad **ERLN-2009** con la modificación para elementos No estructurales **EEANGUIZOLA-VUL 2015**.

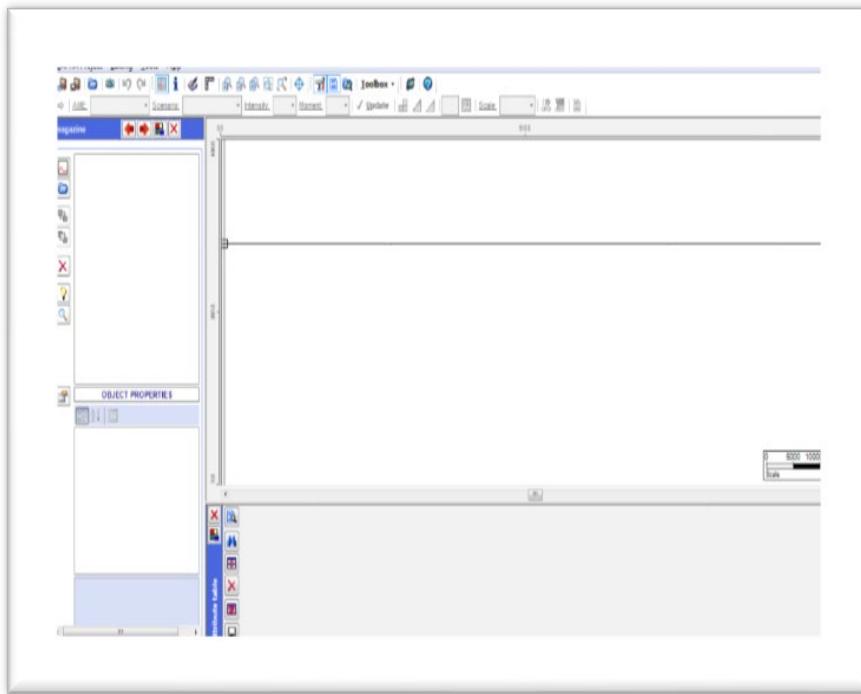


**Imagen N°7:** Software Vulnerabilidad para el proyecto Análisis Probabilístico del Riego Multiamenaza para el Distrito de Gualaca.

**3.3 Exposición:** Para este Proyecto se procedió a crear la base de datos geográfica de los elementos expuestos, en este caso, los corregimientos de Gualaca y Hornito. Esta base de datos en su componente tabular reúne una serie de atributos correspondientes

a cada una de las edificaciones en mención, tales como geometría, valor de reposición, ocupación humana, tipología estructural, localización geográfica, entre otros, los cuales son gestionados a través de un sistema de información geográfica.

Los datos de partida para la elaboración de este inventario de elementos expuestos consistieron en archivos informáticos de formato vectorial denominados Shapefile, que fueron creados por Geógrafos idóneos colaboradores de la empresa **Landstar Consultoría e Inspección**, los cuales fueron revisados, depurados y ajustados a los requerimientos del estudio de riesgo Multiamenaza y del CAPRA-GIS



**Imagen N°8:** CAPRA-GIS para el proyecto Análisis Probabilístico del Riego Multiamenaza para los Corregimientos de Gualaca y Hornito

#### **4.0 Levantamiento de Campo (Preparación Preliminar)**

Para el levantamiento de toda la información de este estudio, se coordinado por parte del Ing Eberto Anguizola con el equipo de trabajo.

Al Personal designado para levantamiento de toda la información en los diferentes poblados de los corregimientos de Gualaca y Hornitos, se le ofreció una inducción complementaria en el área de Gualaca Cabecera.

#### **4.1 Levantamiento de Campo – Evidencia Fotográfica para cada Comunidad. (Resumen de fotos con estructuras más predominante en cada comunidad)**

##### **Corregimiento de Gualaca**

###### **✓ Poblado Los Planes**



**Foto N°1:** Casa de Estructura Bloque de Concreto reforzada. Con Nomenclatura CAPRA- CBRI



**Foto N°2:** Casa de Madera de Dos Plantas. Con Nomenclatura CAPRA- WD

✓ **Poblado de Bella Vista**



**Foto N°3:** Casa de Bloques de Concreto Sin Reforzar. Con Nomenclatura **CAPRA -CBU**



**Foto N°4:** Casa de Bloques de Concreto Sin Reforzar. Con Nomenclatura **CAPRA -CBU**

## Corregimiento de Hornito

### ✓ Poblado Valle de la Mina



**Foto N°5:** Casa de Bloques de Concreto Sin Reforzar con Madera. Con Nomenclatura **CAPRA -WD**

### ✓ Poblado Entre Ríos



**Foto N°6:** Casa de Bloques de Concreto Sin Reforzar . Con Nomenclatura **CAPRA -CBU**

✓ Poblado de Lavadero



**Foto N°7:** Casa de Madera .  
Con Nomenclatura **CAPRA -W1**



**Foto N°8:** Casa de Bloque de  
Concreto Reforzados con Varilla de  
Acero. Con Nomenclatura **CAPRA -**  
**CBRI**

✓ **Poblado Soledad**



**Foto N°9:** Casa de Madera, Con Nomenclatura CABRA-W1

En cada comunidad dentro de los Corregimientos de Gualaca y Hornitos, se procedió con el levantamiento de tipologías de construcción, ubicación de las mismas usando GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico) y base de datos de la Contraloría General de la Republica-(Shape Files). Se calculó el valor físico **ValFis** (De acuerdo con el valor de construcción por metros cuadrados verificados con Ingeniería Municipal del Municipio de Gualaca) y el Valor Humano (Ocupación de la Vivienda) **ValHum**. El Software CAPRA, reconoce estos datos del ValFis para el cálculo del valor de reposición de la Vivienda en caso de ser afectada por algún evento natural y el ValHum para el cálculo de necesidades de atención primaria ante desastres y afectación de los ocupantes de la vivienda. La Simbología dada para cada tipología es la siguiente:

**W1**- Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD**- Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU** – Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

**CBRI** – Edificaciones de Bloques de concreto con Refuerzo Vigas y Columnas

#### 4.2 Información del Levantamiento de Campo

Nº	Distrito	Corregimiento	Lugar Poblado	Nivel Socioeconómico	Área (m2)	Tipología	Norte	Este	ValHum	ValFis
1	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	115.20	CBU	957955	365901	1	B/.5,760.00
2	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Medio	135.00	CBU	957943	365859	2	B/.6,750.00
3	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	122.00	CBU	957905	365958	2	B/.6,100.00
4	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	174.30	CBU	957998	365760	3	B/.8,715.00
5	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	136.20	CBU	957978	365749	3	B/.6,810.00
6	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	255.30	CBU	957963	365717	2	B/.12,765.00
7	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Medio	147.60	CBRI	957936	365730	5	B/.14,022.00
8	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Medio	201.00	CBRI	957884	365756	4	B/.19,095.00
9	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Medio	117.80	CBRI	957888	365786	5	B/.11,191.00
10	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	168.40	CBU	957977	365623	2	B/.8,420.00
11	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	112.30	CBU	957972	365667	5	B/.5,615.00
12	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	148.30	CBU	957941	365575	5	B/.7,415.00
13	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	122.70	CBU	957978	365564	3	B/.6,135.00
14	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	113.20	CBU	958039	365537	5	B/.5,660.00
15	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	111.80	CBU	958081	365583	2	B/.5,590.00
16	Gualaca	Hornito	Valle de Las Minas	Bajo	174.30	W1	958065	365546	2	B/.5,229.00
<b>TOTAL*****</b>									51	B/.135,272.00

**Cuadro N°1:** Levantamiento de campo y verificación de área Construida , Tipología de construcción y ValHum (Cantidad de Personas).Octubre 2020

Nº	Distrito	Corregimiento	Lugar Poblado	Nivel Socioeconomico	Area (m2)	Tipología	Norte	Este	ValHum	ValFis
17	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	109.33	CBRI	95800	365541	1	B/. 10,386.35
18	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	255.98	CBRI	958007	365518	2	B/. 24,318.10
19	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	147.55	CBU	958021	365554	5	B/. 7,377.50
20	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	122.30	CBU	958042	365532	2	B/. 6,115.00
21	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	117.30	CBU	958053	365510	2	B/. 5,865.00
22	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	285.30	CBU	958030	365507	1	B/. 14,265.00
23	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	301.00	CBU	958117	365557	5	B/. 15,050.00
24	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	116.30	CBU	958098	365548	2	B/. 5,815.00
25	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	226.30	CBU	958100	365408	2	B/. 11,315.00
26	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	101.60	CBU	958080	365428	2	B/. 5,080.00
27	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	76.30	CBU	958102	365505	2	B/. 3,815.00
28	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	113.50	W1	958080	365429	2	B/. 3,405.00
29	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	103.05	CBU	958049	365358	3	B/. 5,152.38
30	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	170.80	CBU	958146	365243	2	B/. 8,540.00
31	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Bajo	134.36	CBU	958151	365322	5	B/. 6,717.75
32	Gualaca	Hornito	Valle de las Minas	Medio	101.85	CBRI	958078	365212	3	B/. 9,675.75
33	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Medio	86.77	CBRI	958780	363493	2	B/. 8,243.15
34	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	55.20	CBRI	958763	363415	2	B/. 5,244.00
35	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Medio	78.20	CBRI	958745	363397	3	B/. 7,429.00
36	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	112.30	CBU	958635	363351	1	B/. 5,615.00
37	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	198.00	CBU	958664	363455	3	B/. 9,900.00
38	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	103.88	CBU	958640	363412	3	B/. 5,194.15
39	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	124.20	CBU	958518	363338	4	B/. 6,210.00
40	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	104.80	CBU	958537	363423	3	B/. 5,240.00
41	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	83.16	CBU	958600	363740	5	B/. 4,158.00
42	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	235.15	CBU	958579	363767	2	B/. 11,757.25
43	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	45.26	CBU	958364	363656	4	B/. 2,263.00
44	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	71.34	CBU	958246	363613	3	B/. 3,566.85
45	Gualaca	Hornito	Entre Ríos	Bajo	33.88	WD	958235	363607	4	B/. 1,422.96
<b>Total*****</b>					<b>3814.95</b>				<b>80</b>	<b>B/.219,136.19</b>

**Cuadro N°2:** Levantamiento de campo y verificación de área Construida , Tipología de construcción y ValHum (Cantidad de Personas).Octubre 2020

Nº	Distrito	Corregimiento	Lugar Poblado	Nivel Socioeconomico	Area (m2)	Tipología	Norte	Este	ValHum	ValFis
46	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	37.39	CBU	957527	364449	2	B/. 1,869.65
47	Gualaca	Hornito	Lavadero	Medio	119.70	CBU	957673	364309	9	B/. 5,985.00
48	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	136.95	CBU	957703	364333	3	B/. 6,847.50
49	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	134.31	CBU	957750	364252	5	B/. 6,715.50
50	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	256.20	CBU	957798	364335	2	B/. 12,810.00
51	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	240.13	W1	957808	364267	2	B/. 7,203.90
52	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	125.93	CBU	957802	364244	5	B/. 6,296.50
53	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	28.15	CBU	957865	364214	2	B/. 1,407.50
54	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	38.70	CBU	958023	364633	1	B/. 1,935.00
55	Gualaca	Hornito	Lavadero	Bajo	88.70	CBU	958080	364121	3	B/. 4,435.00
56	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	103.80	CBU	964855	361255	3	B/. 5,190.00
57	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	47.80	CBU	964857	361204	3	B/. 2,390.00
58	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	110.70	CBU	964905	361106	2	B/. 5,535.00
59	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	74.20	CBU	964948	360742	2	B/. 3,710.00
60	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	47.20	CBU	964934	360703	2	B/. 2,360.00
61	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	74.50	CBU	965056	360659	1	B/. 3,725.00
62	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	59.70	CBU	965104	360734	2	B/. 2,985.00
63	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	119.30	CBU	964129	360612	1	B/. 5,965.00
64	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	25.30	CBU	965253	360730	2	B/. 1,265.00
65	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	104.03	CBU	965309	360666	2	B/. 5,201.50
66	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	177.30	CBU	965220	360622	2	B/. 8,865.00
67	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	48.30	CBU	965224	360516	1	B/. 2,415.00
68	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	36.25	W1	965240	360467	2	B/. 1,087.50
69	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	155.30	CBU	965186	360282	4	B/. 7,765.00
70	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	277.30	CBU	964951	360032	4	B/. 13,865.00
<b>Total*****</b>					<b>2667.14</b>				<b>67</b>	<b>B/.127,829.55</b>

**Cuadro N°3:** Levantamiento de campo y verificación de área Construida , Tipología de construcción y ValHum (Cantidad de Personas).Octubre 2020

Nº	Distrito	Corregimiento	Lugar Poblado	Nivel Socioeconomico	Area (m2)	Tipología	Norte	Este	ValHum	ValFis
71	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	98.88	CBU	966292	360218	5	B/.4,943.93
72	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	56.58	WD	966229	360233	2	B/.2,376.36
73	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	22.77	W1	966161	360021	5	B/.683.10
74	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	82.91	CBU	965733	360218	3	B/.4,145.63
75	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	35.69	CBU	965665	360381	2	B/.1,784.25
76	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	29.03	CBU	965627	360356	2	B/.1,451.63
77	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	31.62	CBU	965635	360394	2	B/.1,581.00
78	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	45.68	CBU	965579	360659	4	B/.2,283.75
79	Gualaca	Hornito	Fortuna	Bajo	55.60	CBU	965718	360341	4	B/.2,780.00
80	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	38.70	W1	949923	364248	2	B/.1,161.14
81	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	19.65	W1	949705	364268	2	B/.589.50
82	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	36.83	WD	949609	949609	2	B/.1,546.78
83	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Medio	59.48	CBRI	949571	364612	3	B/.5,650.87
84	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	71.54	CBU	949516	364582	2	B/.3,577.22
85	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	32.00	CBU	949482	364526	4	B/.1,600.00
86	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	59.28	CBU	949473	364469	3	B/.2,964.00
87	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	51.15	CBU	949241	364355	2	B/.2,557.32
88	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	31.06	W1	949187	364369	3	B/.931.86
89	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	64.07	W1	949153	364316	3	B/.1,922.22
90	Gualaca	Hornito	Filipina	Bajo	79.20	CBU	962360	360583	2	B/.2,376.00
91	Gualaca	Gualaca	La Soledad	Bajo	89.04	WD	949512	364567	2	B/.3,739.68
Total*****							1090.77		59	B/.50,646.21
**										

**Cuadro N°4:** Levantamiento de campo y verificación de área Construida , Tipología de construcción y ValHum (Cantidad de Personas).Octubre 2020

Nº	Distrito	Corregimiento	Lugar Poblado	Nivel Socioeconomico	Area (m2)	Tipología	Norte	Este	ValHum	ValFis
92	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	60.59	CBU	949983	364620	2	B/.3,029.50
93	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	148.73	CBU	960188	364853	2	B/.7,436.50
94	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	31.85	CBU	950428	364419	3	B/.1,592.50
95	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	21.08	CBU	950488	364462	2	B/.1,054.00
96	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	39.70	CBU	950328	364630	3	B/.1,985.00
97	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	49.25	W1	950294	364655	2	B/.1,477.35
98	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	33.80	W1	950290	364755	2	B/.1,014.00
99	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	97.30	CBU	949927	364242	5	B/.4,865.00
100	GUALACA	Gualaca	La Soledad	Bajo	90.52	CBU	949713	364253	2	B/.4,526.00
101	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	112.80	CBU	954705	366821	5	B/.5,640.00
102	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	39.68	W1	954610	366737	3	B/.1,190.40
103	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Medio	34.80	CBU	954780	366255	2	B/.1,740.00
104	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	44.20	CBU	954624	366412	3	B/.2,210.00
105	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Medio	113.16	CBU	954613	366385	2	B/.5,658.00
106	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	37.12	CBU	954629	366282	4	B/.1,856.00
107	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	37.21	CBU	954698	366103	2	B/.1,860.50
108	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	55.82	CBU	954677	366000	3	B/.2,791.00
109	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	67.27	CBU	954433	635884	4	B/.3,363.50
110	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	52.91	W1	954421	365881	4	B/.1,587.30
111	GUALACA	Gualaca	Los Planes	Bajo	104.08	W1	954378	365868	2	B/.3,122.40
Total*****							1271.87		57	B/.57,998.95
**										

**Cuadro N°5:** Levantamiento de campo y verificación de área Construida , Tipología de construcción y ValHum (Cantidad de Personas).Octubre 2020

Nº	Distrito	Corregimiento	Lugar Poblado	Nivel Socioeconomico	Area (m2)	Tipologia	Norte	Este	ValHum	ValFis
112	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	117.56	CBU	954540	365759	5	B/.5,878.00
113	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	128.77	CBU	954534	365712	2	B/.128.77
114	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	49.27	CBU	954457	366036	5	B/.2,463.50
115	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	123.98	CBU	954431	365939	2	B/.6,199.00
116	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	94.7	CBU	954381	365908	4	B/.4,735.00
117	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	120.9	CBU	954394	365830	3	B/.6,045.00
118	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	128.31	CBU	955028	366609	3	B/.6,415.50
119	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	100.58	CBU	955030	366467	2	B/.5,029.00
120	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	209.14	CBU	955072	366509	2	B/.10,457.00
121	Gualaca	Gualaca	Los Planes	Bajo	227.37	CBRI	954732	366441	3	B/.21,600.15
122	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	55.8	CBU	951350	364925	3	B/.2,790.00
123	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	31.3	W1	951646	365055	2	B/.1,500.00
124	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	77.34	W1	951149	364795	2	B/.2,320.20
125	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	787.5	CBU	951048	364719	2	B/.39,375.00
126	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	173.16	CBU	951019	364656	3	B/.8,658.00
127	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	41.25	CBU	951666	363521	1	B/.2,062.50
128	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	146.9	CBU	951680	363765	3	B/.7,345.00
129	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	148.74	CBU	951380	364299	4	B/.7,437.00
130	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	134.4	CBU	651095	364199	3	B/.6,720.00
131	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	123.83	CBU	951046	3664723	4	B/.6,191.50
132	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	30.25	CBU	950661	364390	3	B/.1,512.50
133	Gualaca	Gualaca	Bella Vista	Bajo	94.54	W1	950712	364476	2	B/.2,836.20
Total					3145.59				63	B/.157,698.82

**Cuadro N°6:** Levantamiento de campo y verificación de área Construida , Tipología de construcción y ValHum (Cantidad de Personas).Octubre 2020

Nº	Distrito	Corregimiento	Lugar Poblado	Nivel Socioeconomico	Area (m2)	Tipologia	Norte	Este	ValHum	ValFis
134	Gualaca	Hornito	Chiriquisito	Bajo	107.88	WD	959714	359954	5	B/.4,530.96
135	Gualaca	Hornito	Chiriquisito	Bajo	138.5	W1	959695	359961	4	B/.4,155.00
136	Gualaca	Hornito	Chiriquisito	Bajo	131.1	CBU	959673	359954	2	B/.6,555.00
137	Gualaca	Hornito	Chiriquisito	Bajo	225.6	CBU	959647	359919	2	B/.11,280.00
138	Gualaca	Hornito	Chiriquisito	Bajo	204.24	CBU	959578	359821	6	B/.10,212.00
139	Gualaca	Hornito	Quebrada Nueva	Bajo	95.06	CBU	959732	365186	5	B/.4,753.00
140	Gualaca	Hornito	Quebrada Nueva	Bajo	86.48	CBU	959592	365186	3	B/.4,324.00
141	Gualaca	Hornito	Quebrada Nueva	Bajo	178.56	CBU	959582	365439	5	B/.8,928.00
142	Gualaca	Hornito	Alto de las Minas	Bajo	285.3	CBU	958389	365963	6	B/.14,265.00
143	Gualaca	Hornito	Alto de las Minas	Bajo	247.64	WD	958320	365849	6	B/.10,400.88
144	Gualaca	Hornito	Alto de las Minas	Bajo	221.88	WD	958219	365902	4	B/.9,318.96
145	Gualaca	Hornito	Alto de las Minas	Bajo	63.64	W1	958079	366197	5	B/.1,909.20
Total*****					1985.88				53	B/.90,632.00

**Cuadro N°7:** Levantamiento de campo y verificación de área Construida , Tipología de construcción y ValHum (Cantidad de Personas).Octubre 2020

El valor ValHum cuando es (0) cero significa que esa edificación es para uso de cocina, deposito, y otros usos en donde No pernotan personas Permanente. Para el Software **CAPRA**, solo somete la edificación para el ValFis (Valor de Reposición) en caso esa edificación sufra un grado de daño. Este análisis No contempla las escuelas con ocupación de estudiante, debido a que durante el levantamiento la mismas estaba desocupadas debido a la Pandemia Covid-19.

#### **4.2.1 Resumen General del Levantamiento (Corregimiento de Gualaca-Corregimiento de Hornito) estructuras levantadas en este estudio**

W1 (m2)	WD (m2)	CBU (m2)	CBRI(m2)	TOTAL (m2)
1425.48	793.73	12671.80	1440.58	16331.59

**Cuadro N°8:** Metros Cuadrados de edificación por Tipología de Construcción (Para este Estudio) en los Corregimientos de Gualaca-Hornito. Octubre 2020

W1 Cantidad	WD Cantidad	CBU Cantidad	CBRI Cantidad	TOTAL Cantidad
18	7	109	11	145

**Cuadro N°9:** Cantidad de Edificaciones (Para este Estudio) en los Corregimientos de Gualaca-Hornito. Octubre 2020.

W1 ValFis	WD ValFis	CBU ValFis	CBRI ValFis	TOTAL ValFis
\$42,764.27	\$33,336.58	\$633,590.25	\$136,855.37	\$846,546.45

**Cuadro N°10:** Valor físico de Reposición de las Edificaciones en caso de sufrir cualquier grado de daño. (Para este Estudio) en los Corregimientos de Gualaca-Hornito. Octubre 2020.

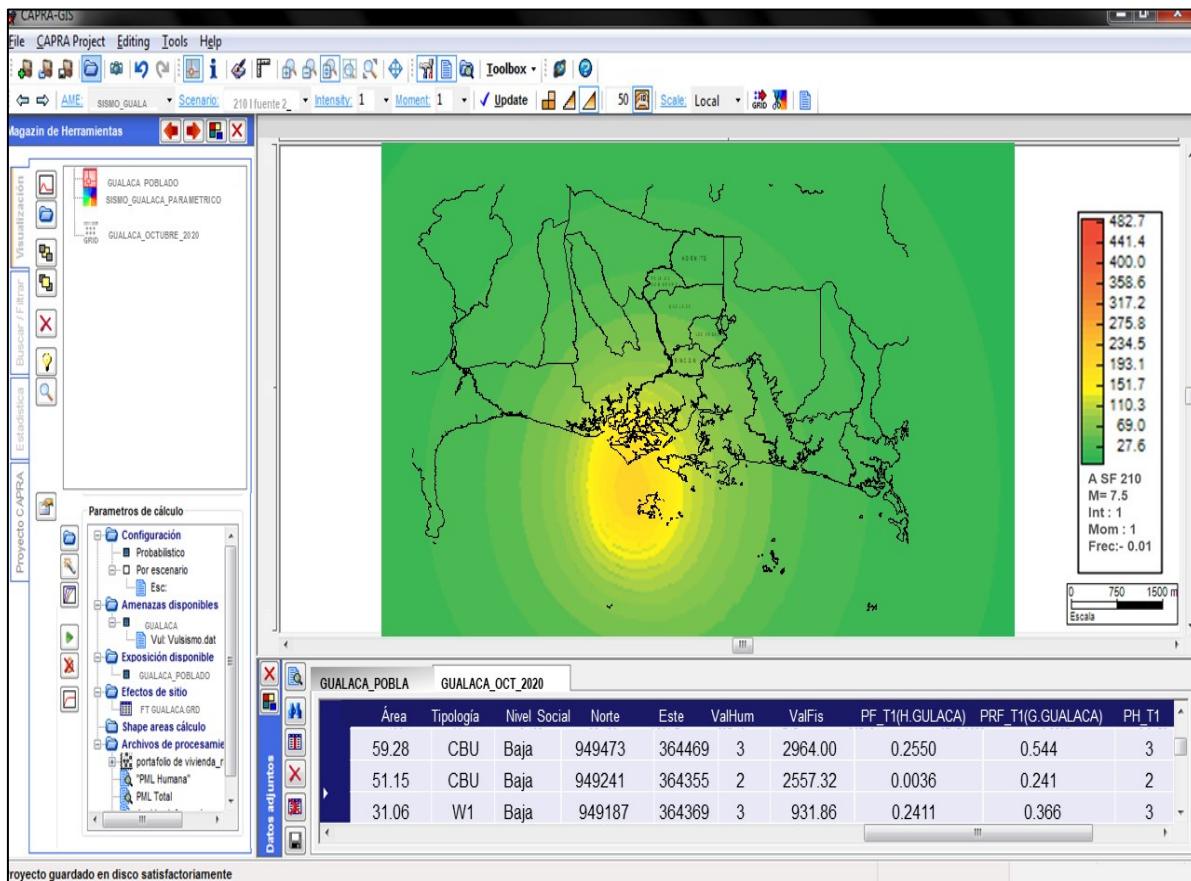
W1 ValHum	WD ValHum	CBU ValHum	CBRI ValHum	TOTAL ValHum
46	25	321	33	425

**Cuadro N°11:** Valor Humano (ValHum) el cual pondera la cantidad de Habitantes residentes en las viviendas por Tipología de Construcción. (Para este Estudio) en los Corregimientos de Gualaca-Hornito. Octubre 2020

## 5.0 Proceso durante la Corrida CAPRA

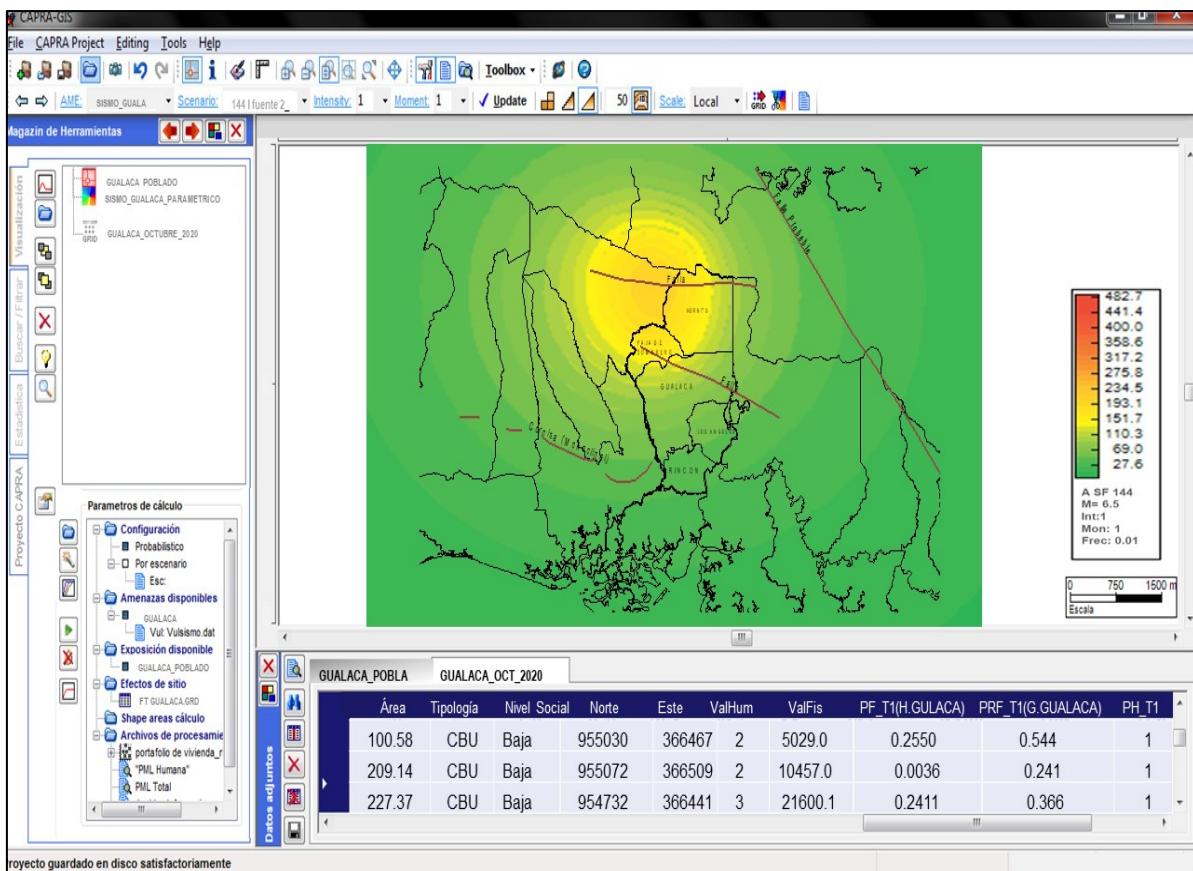
### 5.1 Modulo Amenaza Sísmica

- ✓ El Escenarios más Destructivo fue el 7.5 (Escenario 210) en la zona de subducción. Para la Falla Local el Sismo más destructivo fue el de 6.5 de magnitud.



**Imagen N°9:** Escenario Mas probable en la zona de subducción (Sismo de Magnitud de 7.5. Generado por el Software CAPRA-2020.

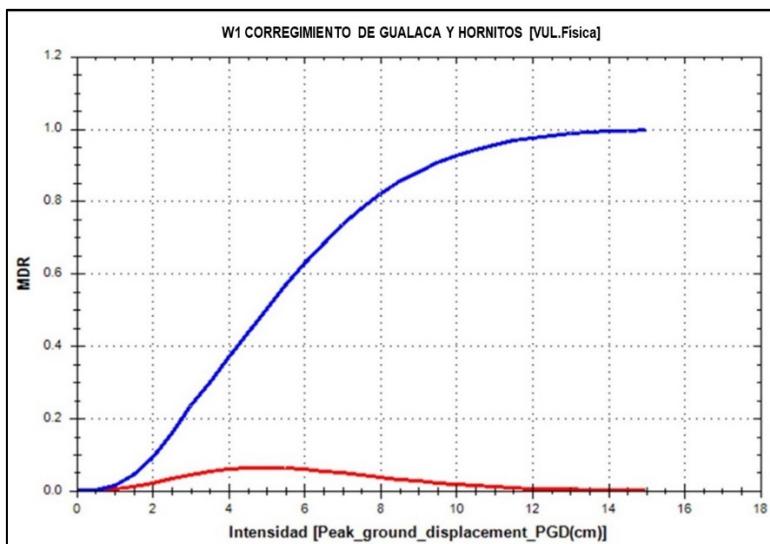
Podemos apreciar en las imágenes N°9 y N°10, la corrida del software CAPRA en donde genera los escenario de riesgo sísmico más probable, ubicado en la zona de subducción (9) y en falla local (10), los cuales producirían mayores pérdidas físicas para el área de Gualaca en especial los Corregimientos de Gualaca Cabecera y Hornitos. Se utilizo la base de datos del catálogo sísmico generada en el programa **RESIS 2** (Programa de Actualización del Catalogo sísmico de Centroamérica y Panamá), presentado por CEPREDENAC (Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres en Centroamérica y República Dominicana.



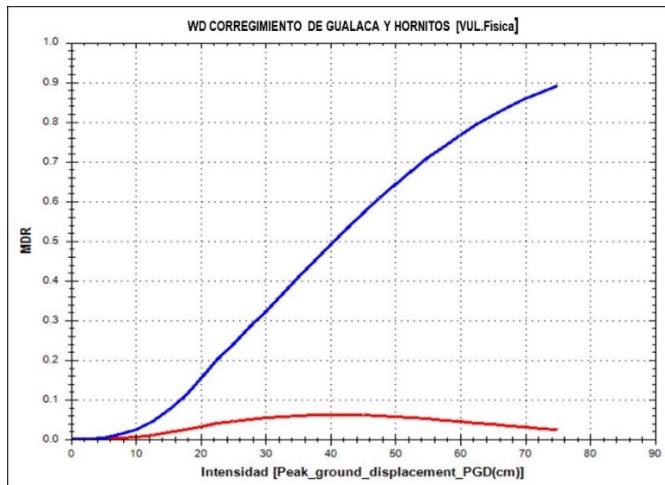
**Imagen N°10:** Escenario más probable en falla local. Sismo de valor de 6.5 de Magnitud. Generado por el Software CAPRA-2020.

## 5.2 Modulo Vulnerabilidad para Eventos Sísmicos

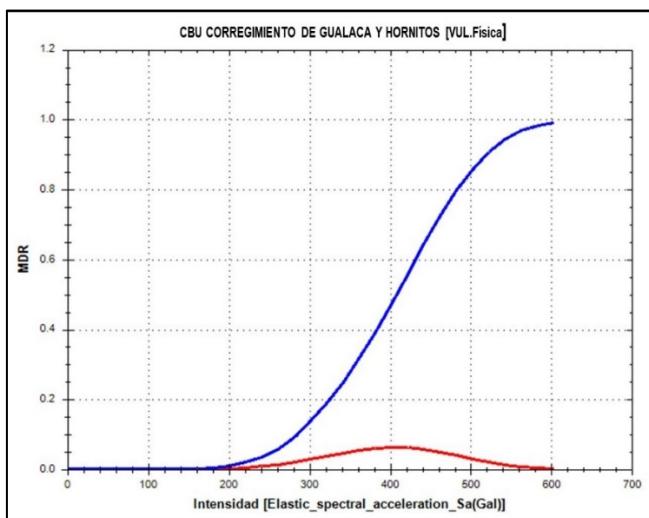
Curvas de Vulnerabilidad utilizadas para cada tipología de construcción dependiendo el tipo de amenaza expuesta



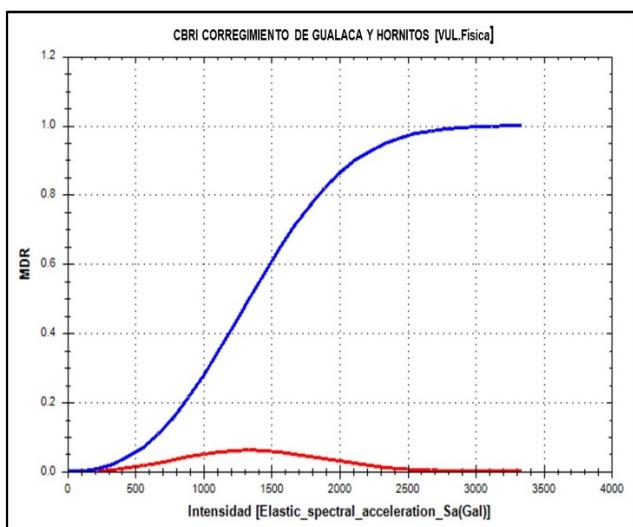
**Imagen N°11:** Curva para la Tipología de Madera de Una Planta W1-Validad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020



**Imagen N°12:** Curva para la Tipología de Madera de Dos Plantas WD-Validad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020



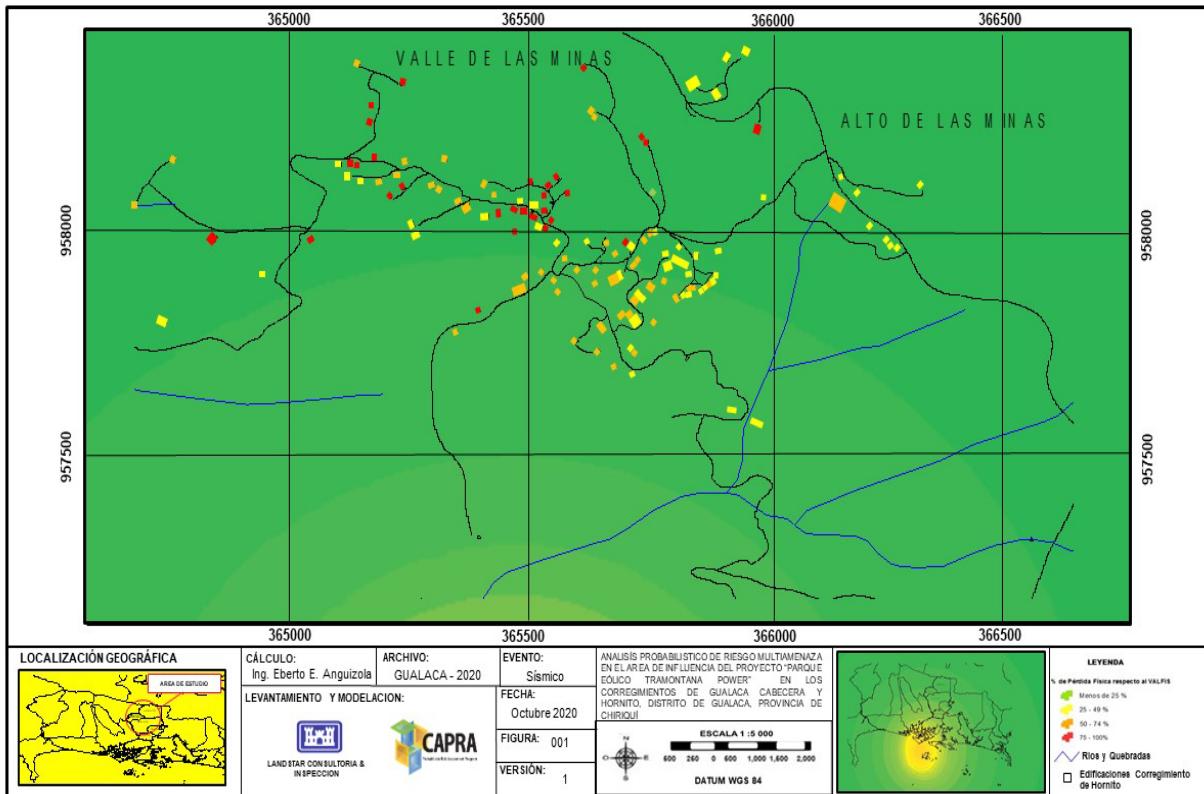
**Imagen N°13:** Curva para la Tipología Edificaciones de Bloques de Concreto-una Planta CBU Validad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020



**Imagen N°14:** Curva para la Tipología Edificaciones de Bloques de Concreto-Con Acero de Refuerzo 1-2 Plantas. Validad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020

### 5.3 Mapas de Riesgos Generadas para las Poblaciones Expuestas

- ✓ Poblados con más alto grado de Vulnerabilidad Sísmica



**Mapa N°1:** Riesgo Sísmico Probabilístico en los poblados de Valle de la Mina y Alto de la Mina, Corregimiento de Hornito, Distrito de Gualaca. Sismo de 7.5 de Magnitud Generado en la zona de subducción. Se puede apreciar que las casas con color **rojo** tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color **naranja y amarilla**, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%) y (25%-49%)** respectivamente y las de color **verde** menos del **25%** de probabilidad de ser afectadas.

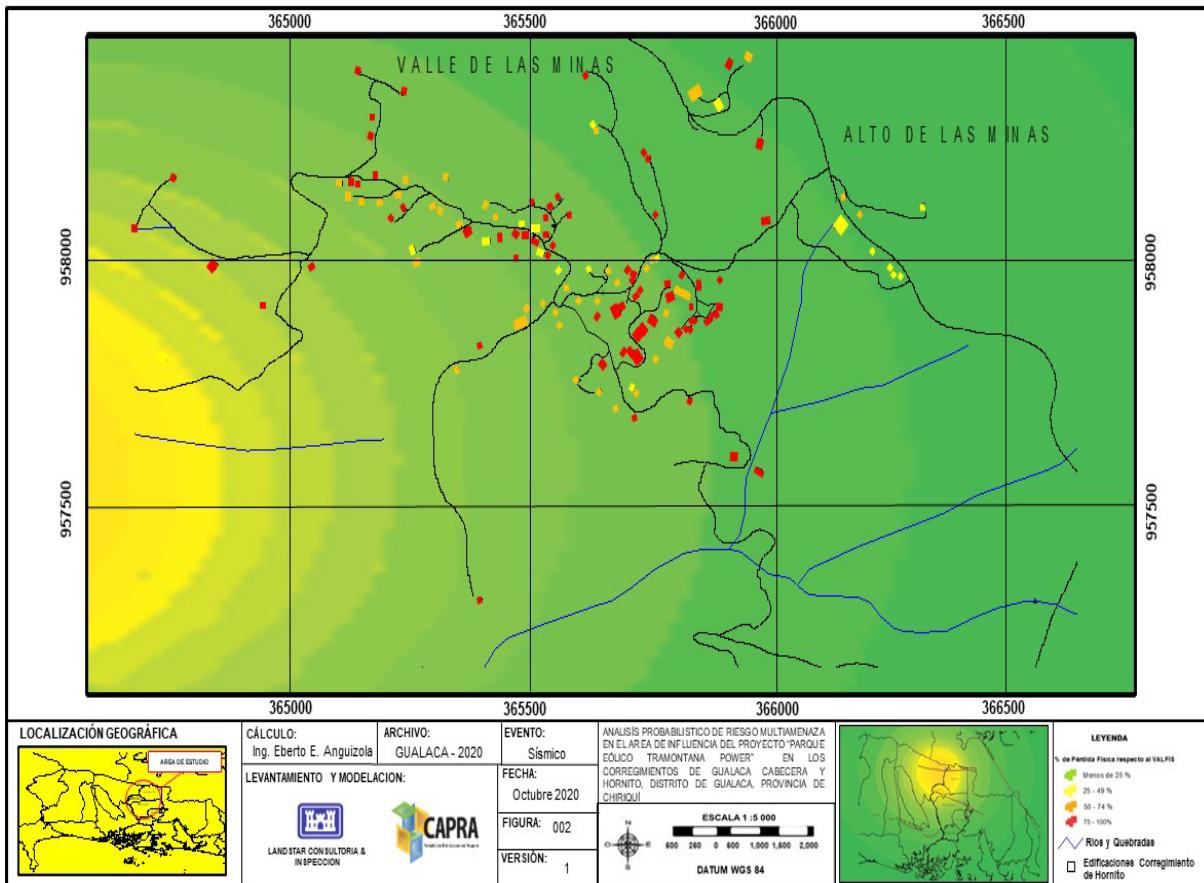
#### Tipologías de Construcción en la Comunidades de Valle de la Mina y Alto del La Mina

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

**CBRI –** Edificaciones de Bloques de concreto con Refuerzo Vigas y Columnas



**Mapa N°2:** Riesgo Sísmico Probabilístico en los poblados de Valle de la Mina y Alto de la Mina, Corregimiento de Hornito, Distrito de Gualaca. Sismo de 6.5 Generado en falla Local. Se puede apreciar que las casas con color **rojo** tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color **naranja y amarilla**, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%) y (25%-49%)** respectivamente y las de color **verde** menos del **25%** de probabilidad de ser afectadas.

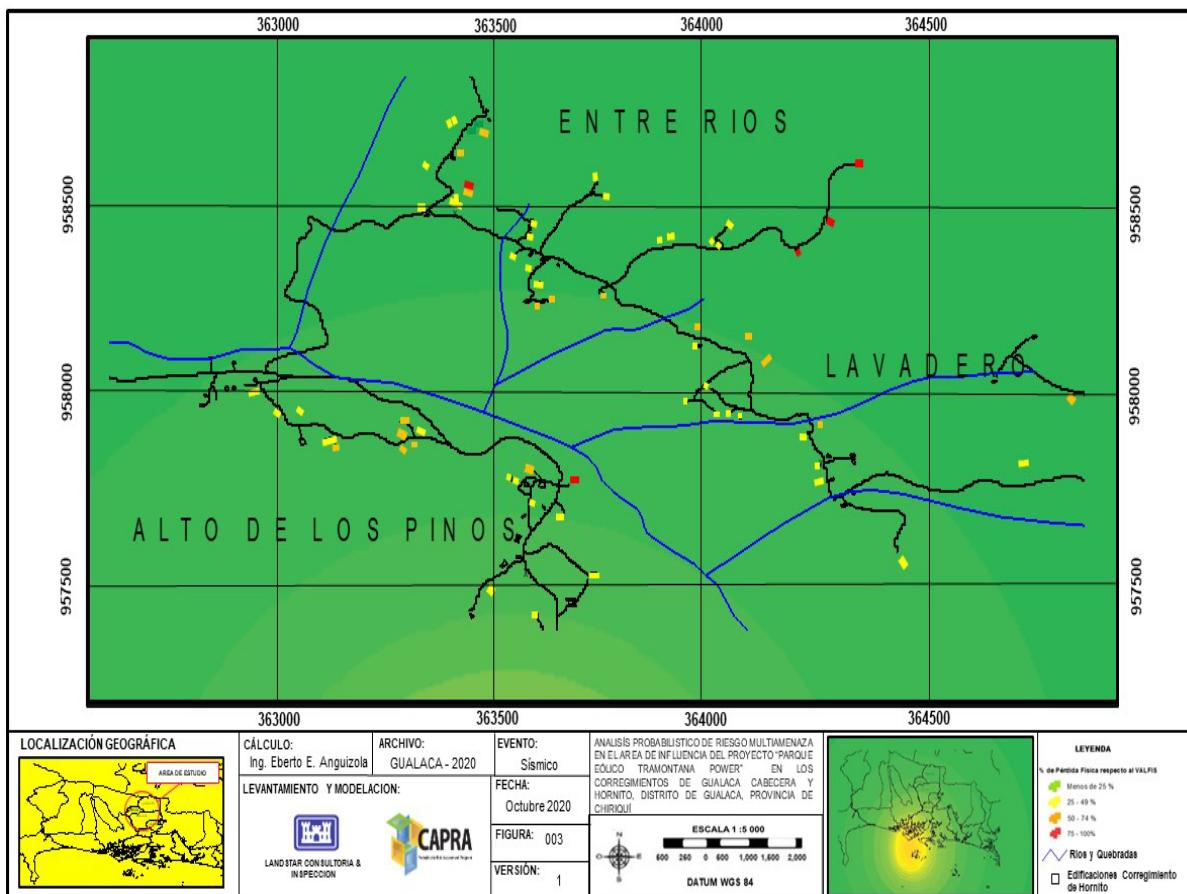
### Tipologías de Construcción en la Comunidades de Valle de la Mina y Alto del La Mina

**W1**- Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD**- Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU** – Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

**CBRI** – Edificaciones de Bloques de concreto con Refuerzo Vigas y Columnas



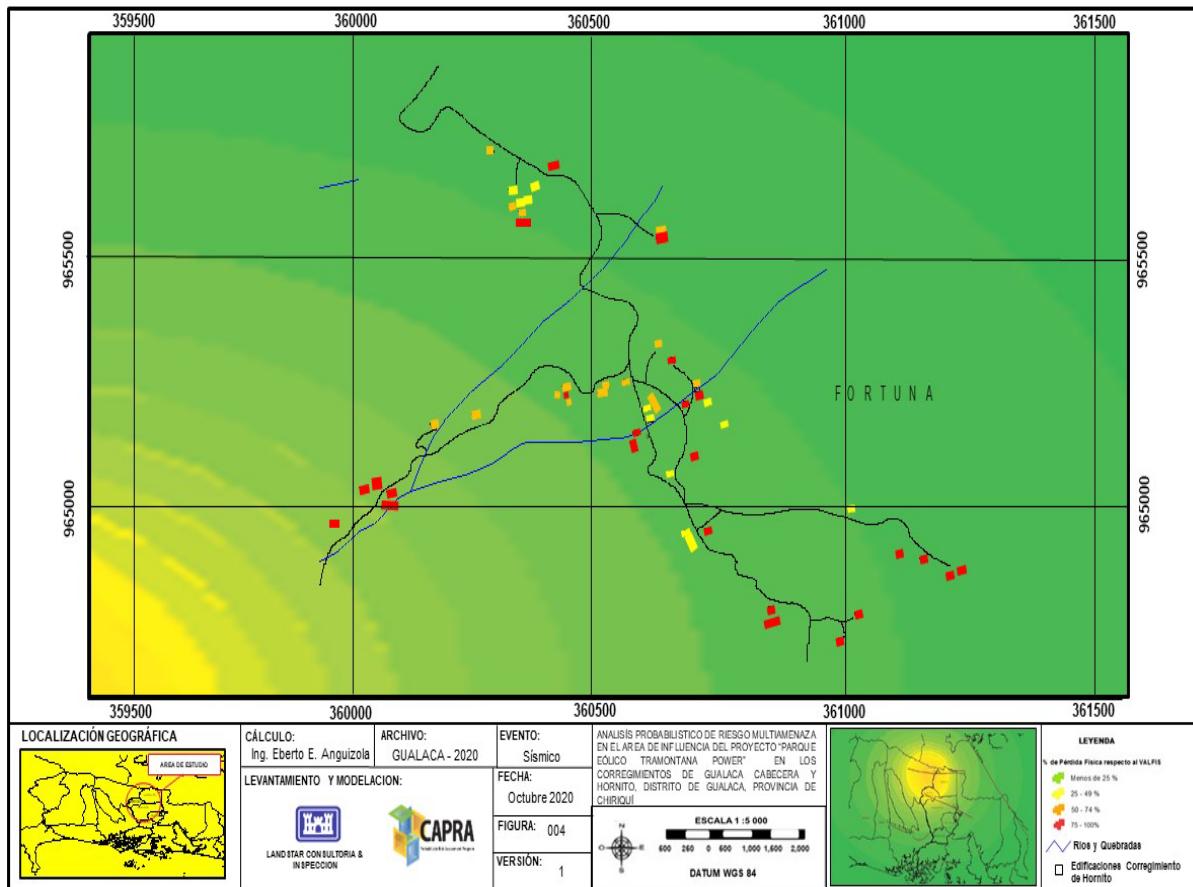
**Mapa N°3: Riesgo Sísmico Probabilístico en los poblados de Lavadero, Alto de Los Pinos y Entre ríos Corregimiento de Hornito, Distrito de Gualaca. Sismo de 7.5 de Magnitud Generado en la zona de subducción.** Se puede apreciar que las casas con color **rojo** tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color **naranja y amarilla**, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%)** y **(25%-49%)** respectivamente y las de color **verde** menos del **25%** de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidades de Alto de los Pinos, Entre Riso y Lavadero

**W1**- Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD**- Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU** – Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar



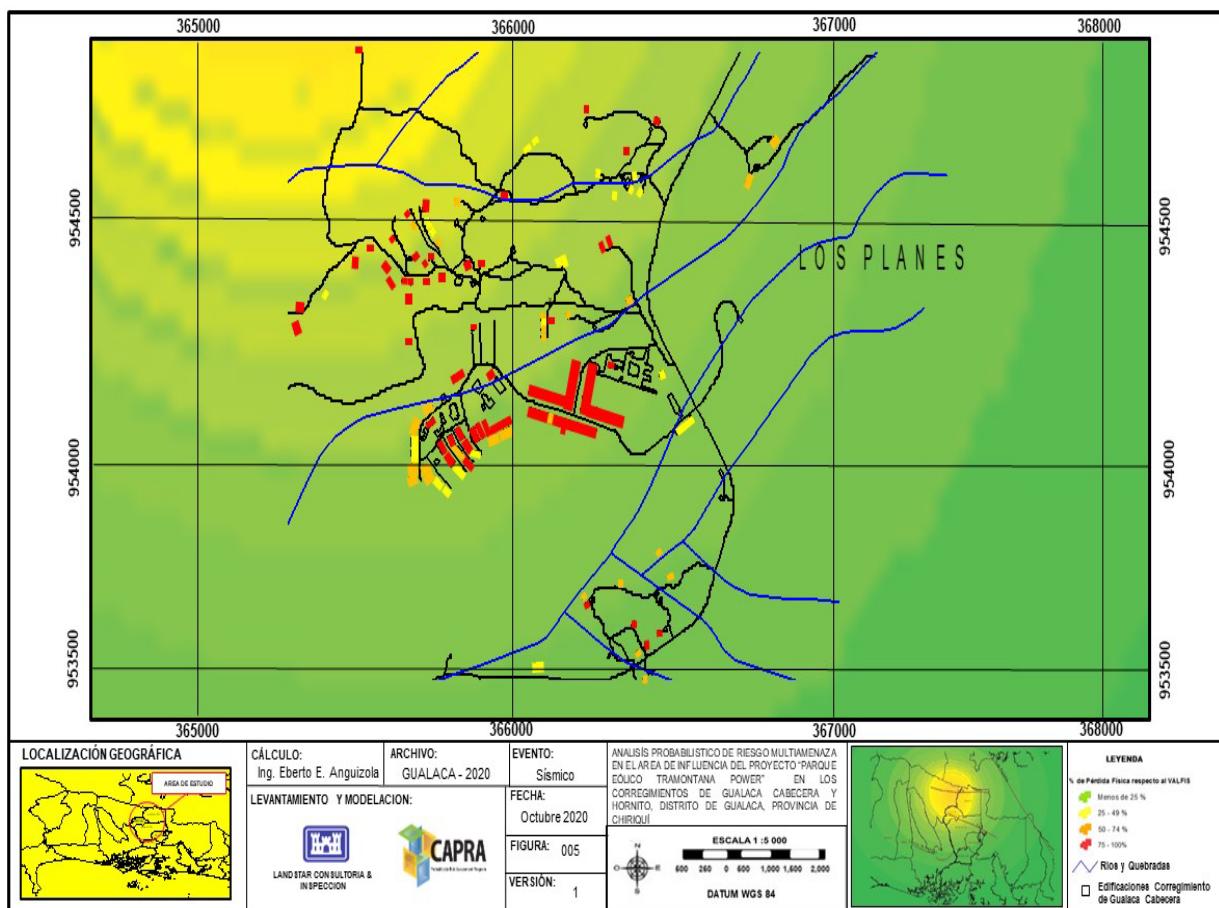
**Mapa N°4:** Riesgo Sísmico Probabilístico en los poblados de Fortuna y Soledad, Corregimiento de Hornito, Distrito de Gualaca. Sismo de 6.5 Generado en falla Local. Se puede apreciar que las casas con color **rojo** tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color **naranja y amarilla**, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%) y (25%-49%)** respectivamente y las de color **verde** menos del **25%** de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Fortuna

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar



**Mapa N°5:** Riesgo Sísmico Probabilístico en los poblados de los Planes, Corregimiento de Gualaca, Distrito de Gualaca. Sismo de 6.5 Generado en falla Local. Se puede apreciar que las casas con color **rojo** tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color **naranja y amarilla**, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%) y (25%-49%)** respectivamente y las de color **verde** menos del **25%** de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Los Planes de Gualaca

**W1** - Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD** - Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU** – Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

**CBRI** – Edificaciones de Bloques de concreto con Refuerzo Vigas y Columnas

#### 5.4 Resultados del Daño debido a Eventos sísmicos en los Corregimiento de Gualaca y Hornito

Corregimiento de Gualaca y Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento Sísmico		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS			
						CAPRA							
				% Daño	Valor de Daño								
W1-Casa de Madera de una Planta	1	W1	1425.48	\$30.00	42,764.27	59.3	\$25,359.20	46	52%	0-10 AÑOS	10.00%		
										11 -18 AÑOS	2.00%		
										19 -40 AÑOS	14.00%		
										41 - MAS AÑOS	26.00%		
<b>TOTAL</b>							<b>\$25,359.21</b>			<b>24 Personas</b>	<b>52.00%</b>		

**Cuadro N°12:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de W1(Sismo) (Edificaciones de Madera de Una Planta) – Corregimientos de Gualaca y Hornito.

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento Sísmico		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS			
						CAPRA							
				% Daño	Valor de Daño								
WD-Casa de Madera de dos Plantas	2	WD	793.73	\$42.00	33,336.58	95.5	\$31,836.43	25	100%	0-10 AÑOS	15.00%		
										11 -18 AÑOS	22.00%		
										19 -40 AÑOS	23.00%		
										41 - MAS AÑOS	40.00%		
<b>TOTAL</b>							<b>\$31,836.43</b>			<b>25 Personas</b>	<b>100.00%</b>		

**Cuadro N°13:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de WD(Sismo) (Edificaciones de Madera de Una Planta) – Corregimientos de Gualaca y Hornito.

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento Sísmico		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS			
						CAPRA							
				% Daño	Valor de Daño								
CBU Edificación de Bloque de Concreto sin acero de refuerzo	1	CBU	12671.80	\$50.00	633,590.25	69.8	\$442,245.99	321	58%	0-10 AÑOS	8.00%		
										11 -18 AÑOS	12.00%		
										19 -40 AÑOS	17.00%		
										41 - MAS AÑOS	21.00%		
<b>TOTAL</b>							<b>\$442,245.99</b>			<b>187 Personas</b>	<b>58.00%</b>		

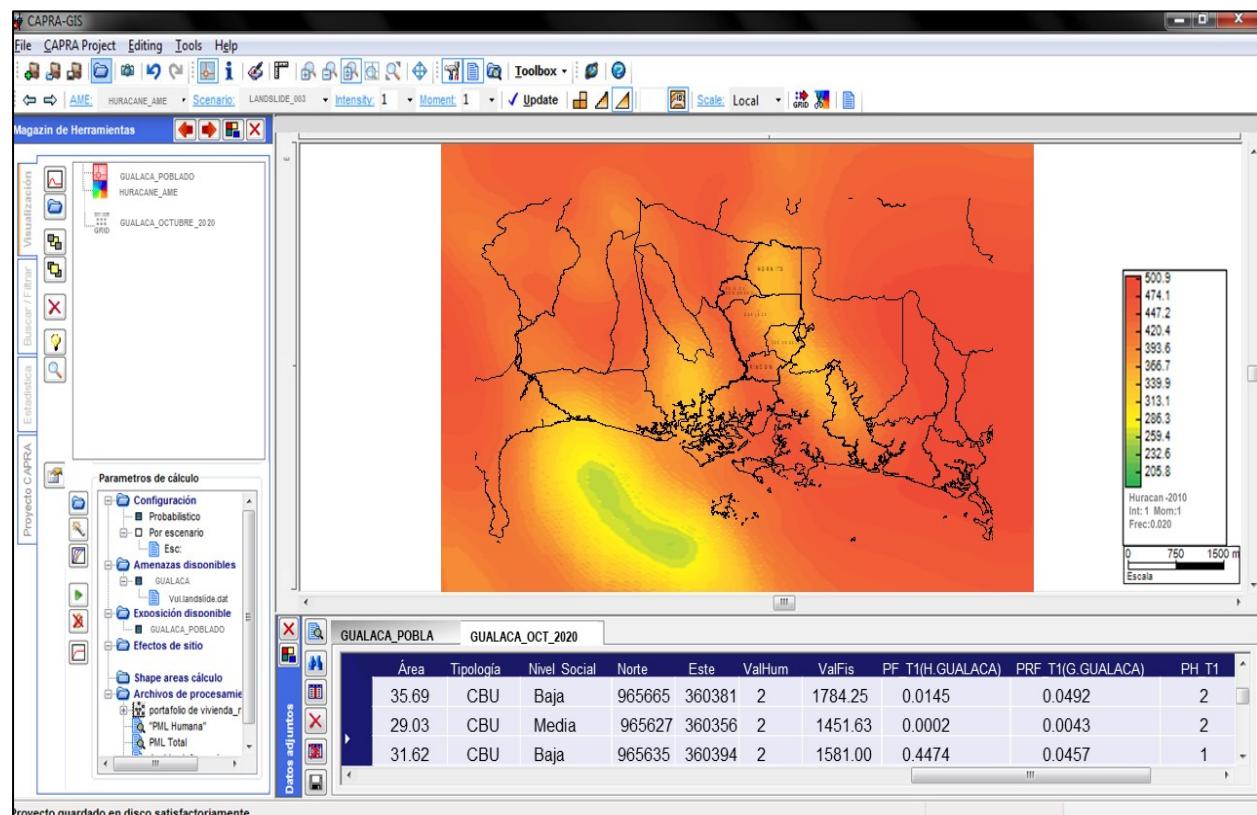
**Cuadro N°14:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de CBU (Sismo) (Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Varilla de acero - Comunidad de San Benito)

Corregimientos de Gualacay Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Exposto		Daños Esperado por Evento Sísmico CAPRA		VALHUM	% AFECTA DO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS
				Valor por m <sup>2</sup>	\$	% Daño	Valor de Daño			
CBRI Edificación de Bloque de concreto con de Refuerzo de 1-2 Plantas- Con Estructura	1-2	CBRI	1440.58	\$95.00	136,855.37	28.3	\$38,730.01	33	15%	0-10 AÑOS 2.00%
										11 -18 AÑOS 5.00%
										19 -40 AÑOS 2.00%
										41 - MAS AÑOS 6.00%
							\$38,730.01			5 Personas 15.00%
<b>TOTAL</b>										

**Cuadro N°15:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de CBRI (Sismo) (Edificaciones de Bloques de Concreto con Varillas de Acero - Comunidad de San Benito)

## 6.0 Modulo Amenaza climatológica (Deslizamientos)

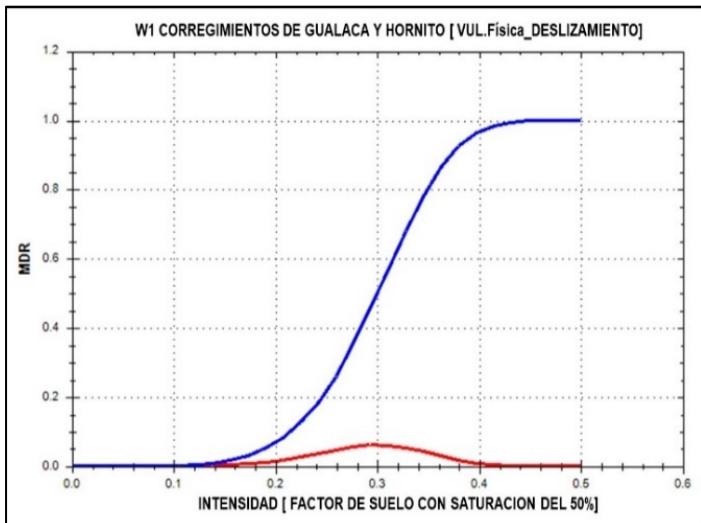
Para esta Amenaza se utilizaron la data disponible del departamento de Hidrometeorología de ETESA. Presentamos escenarios mas críticos de la cuenca N°108 parte Alta. Para la corrida se utilizaron lluvias de 24 horas mayores de 100 mm



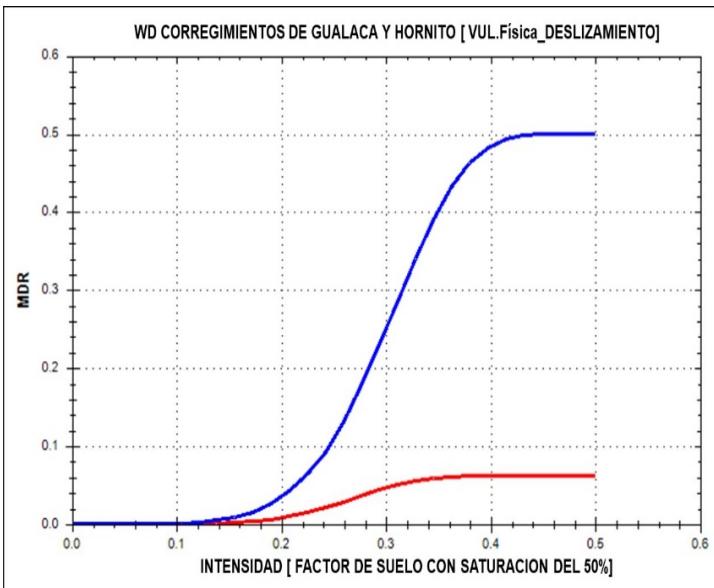
**Imagen N°15:** Corrida del Software CAPRA para el cálculo de riesgo por deslizamientos, detonados por lluvias intensas de más de 100 milímetros en un periodo de 24 horas.

## 6.1 Modulo Vulnerabilidad para Eventos a deslizamiento

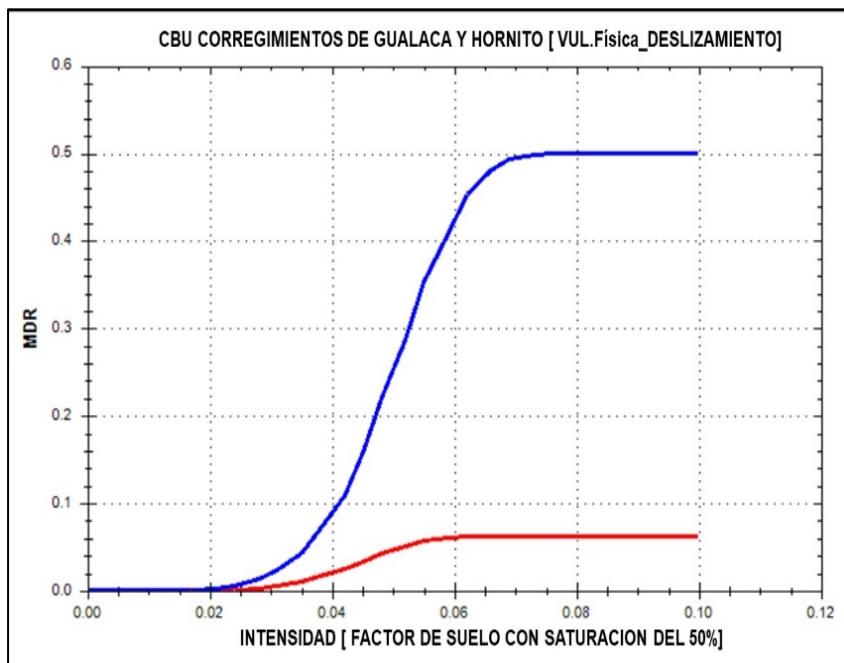
Presentamos una serie de curvas de vulnerabilidad para cada tipología de construcción encontrada en los corregimientos de Gualaca Cabecera y Hornitos. Estas curvas se han calculado con el fin de estimar la afectación de la edificación, ante un evento de deslizamiento detonado por altas precipitaciones.



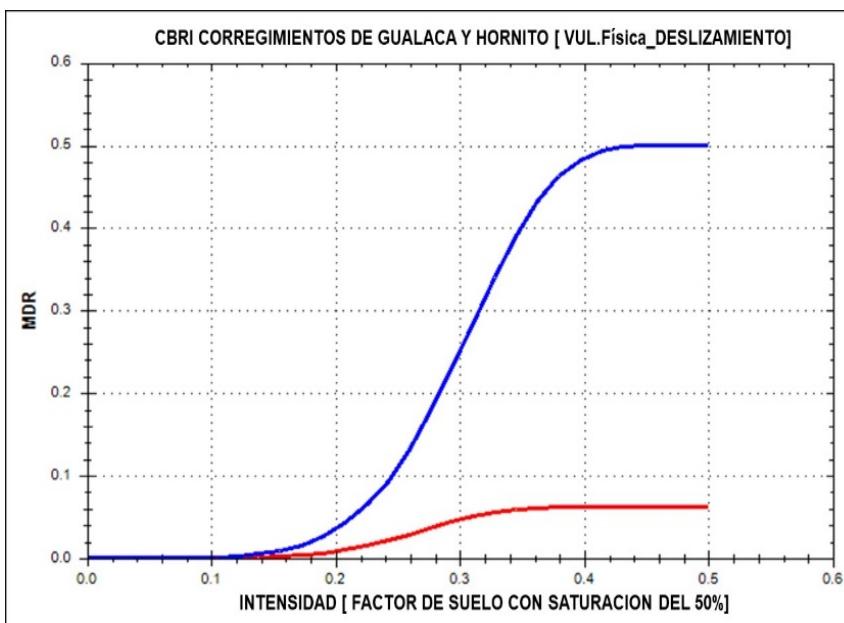
**Imagen N°16:** Curva para la Tipología de Madera de Una Planta W1 Sometida a Deslizamientos de Tierra-Valididad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020



**Imagen N°17:** Curva para la Tipología de Madera de Dos Plantas WD Sometida a Deslizamiento de Tierra-Valididad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020

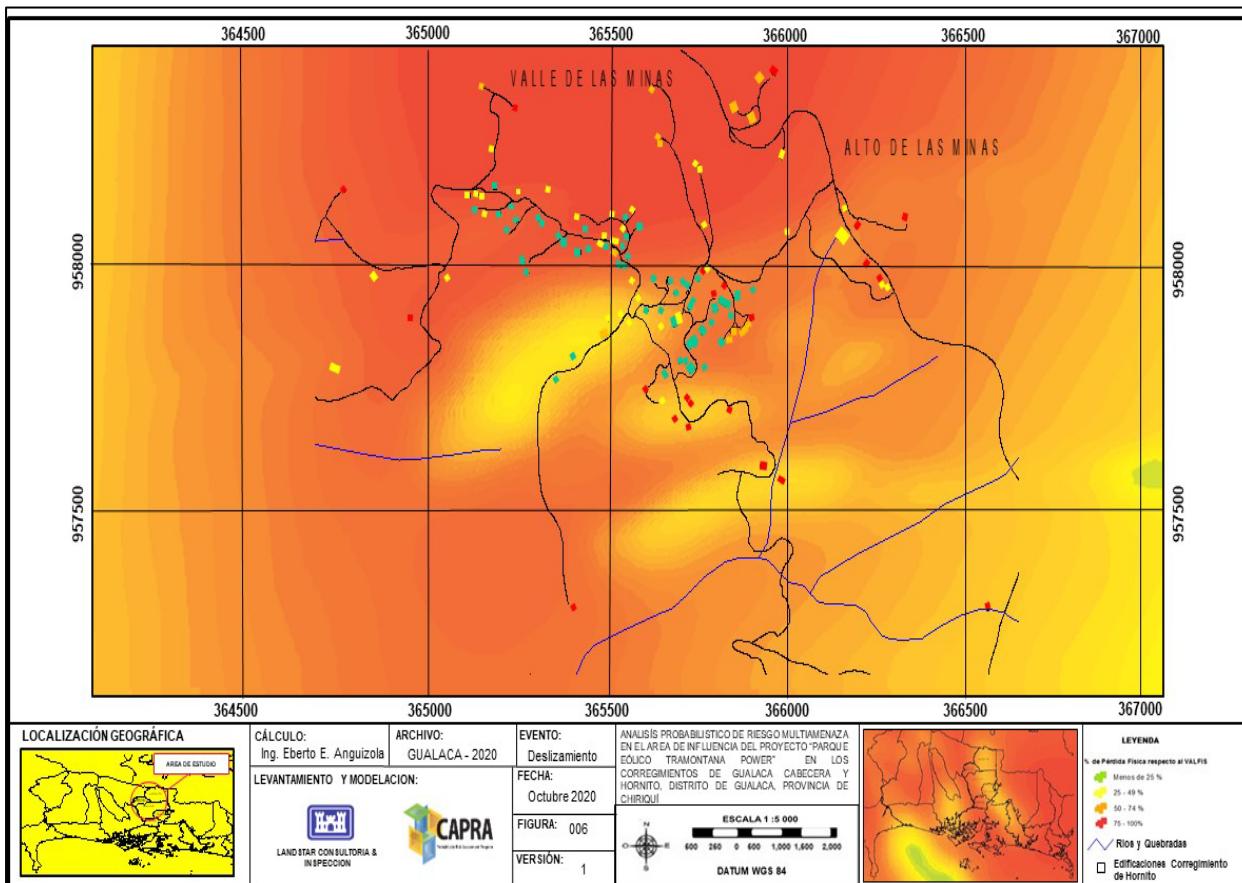


**Imagen N°18:** Curva para la Tipología Edificaciones de Bloques de Concreto-una Planta **CBU**-Sometida a Deslizamiento de Tierra Validad para los Corregimientos de Gualaca



**Imagen N°19:** Curva para la Tipología Edificaciones de Bloques de Concreto-Con Acero de Refuerzo 1-2 Plantas-Sometida a Deslizamiento de tierra. Validad para los

## 6.2 Mapas de Riesgos Generadas para las Poblaciones Expuestas



**Mapa N°6:** Riesgo a Deslizamientos de Tierra, para las comunidades de Valle de la Mina y Alto de la Mina, con escenarios más críticos de lluvias de 24 horas con precipitaciones mayores de 100 mm. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre (75%-100%). Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas (50%-74%) y (25%-49%) y las de color verde menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

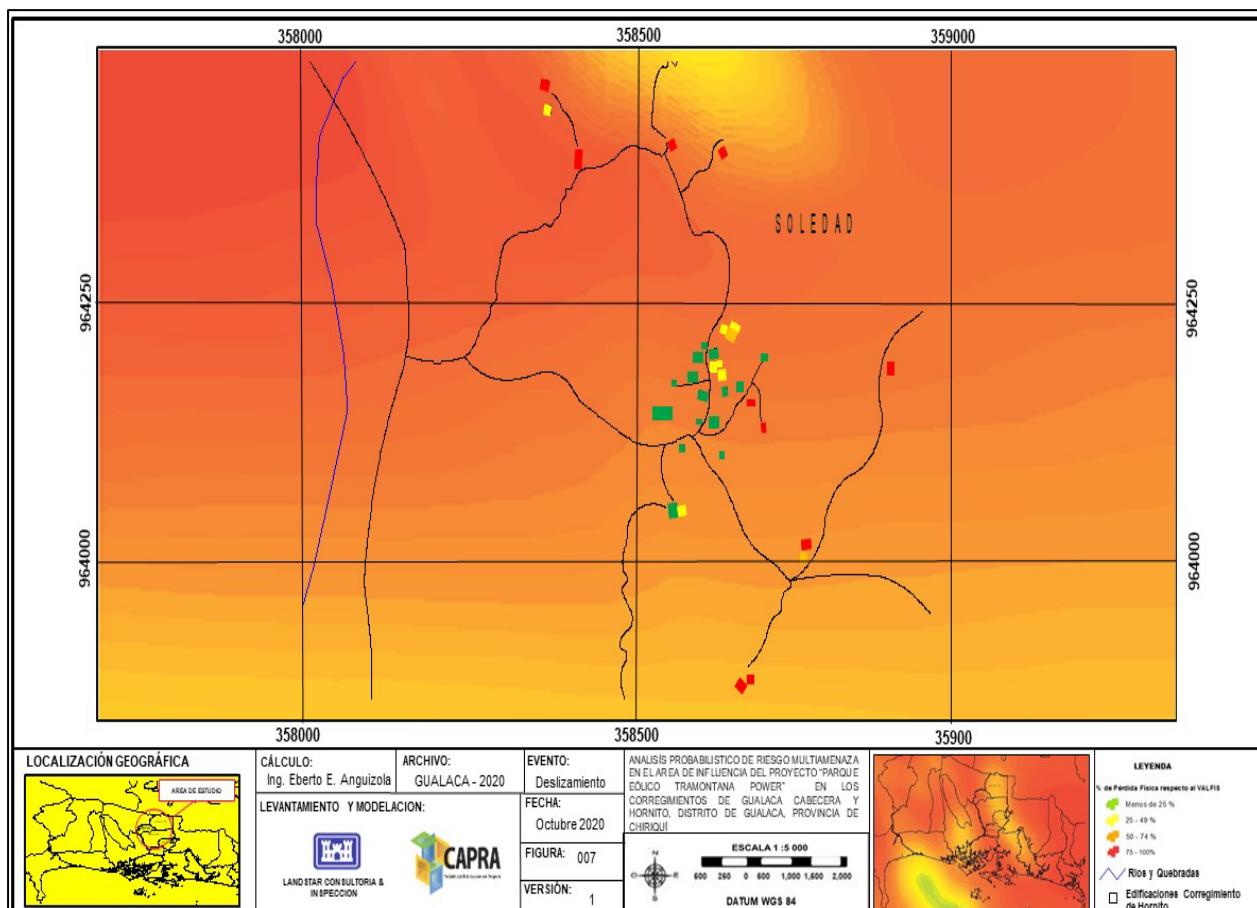
### Tipologías de Construcción en la Comunidades de Valle de la Mina y Alto del La Mina

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

**CBRI –** Edificaciones de Bloques de concreto con Refuerzo Vigas y Columnas



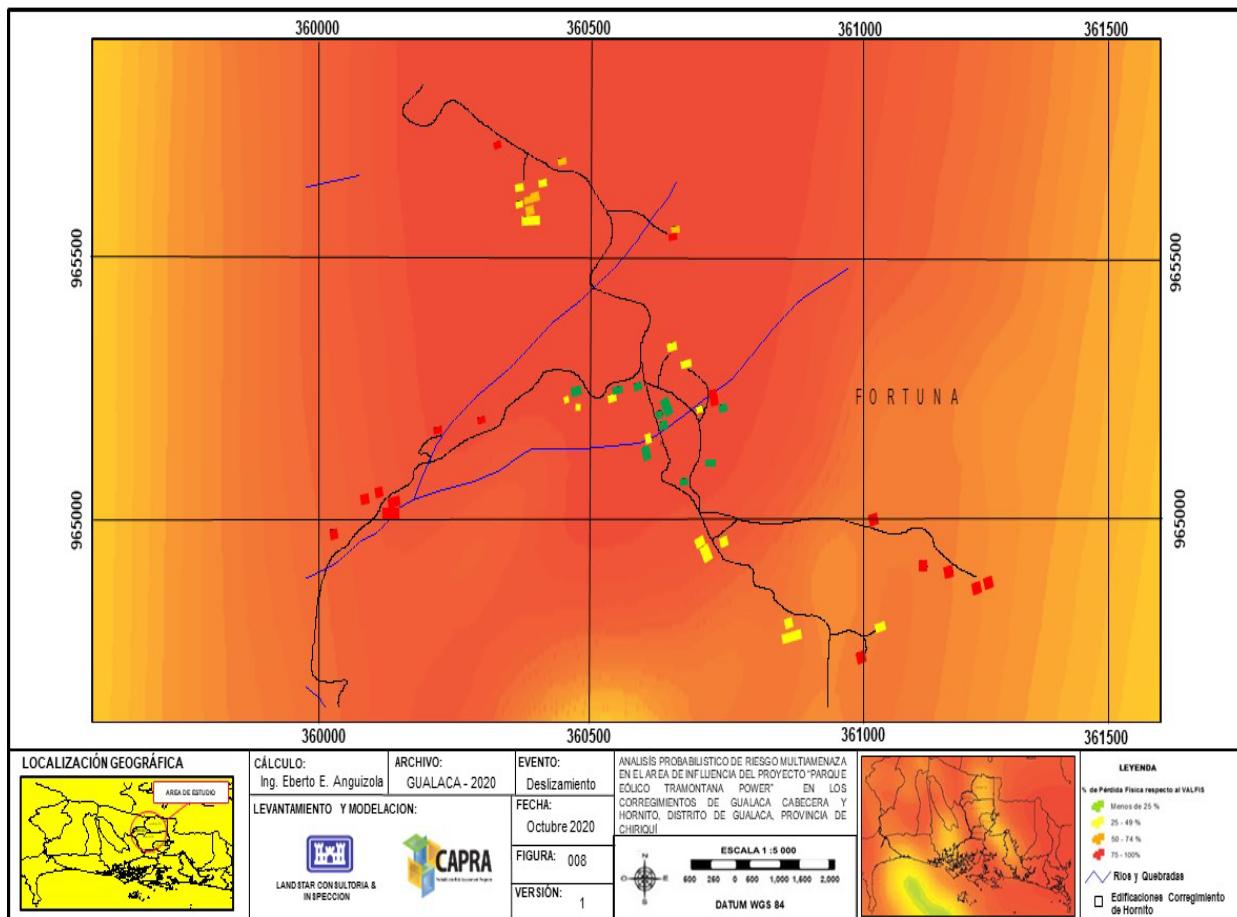
**Mapa N°7: Riesgo a Deslizamientos de Tierra, para la Comunidad de Soledad, con escenarios más críticos de lluvias de 24 horas con precipitaciones mayores de 100 mm.** Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%) y (25%-49%)** respectivamente y las de color verde menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Soledad

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar



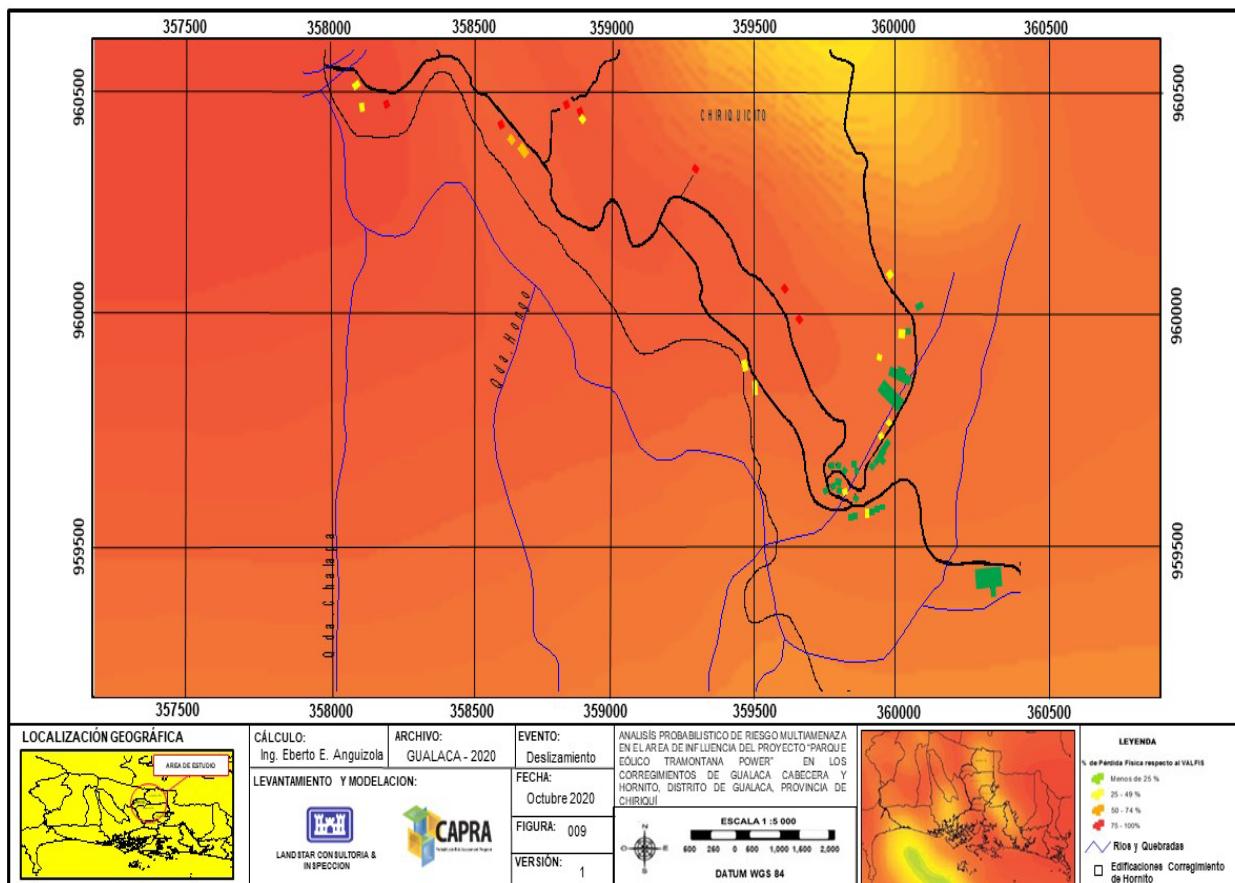
**Mapa N°8: Riesgo a Deslizamientos de Tierra, para la Comunidad de Fortuna, con escenarios más críticos de lluvias de 24 horas con precipitaciones mayores de 100 mm.** Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%) y (25%-49%)** y las de color verde menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Fortuna

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar



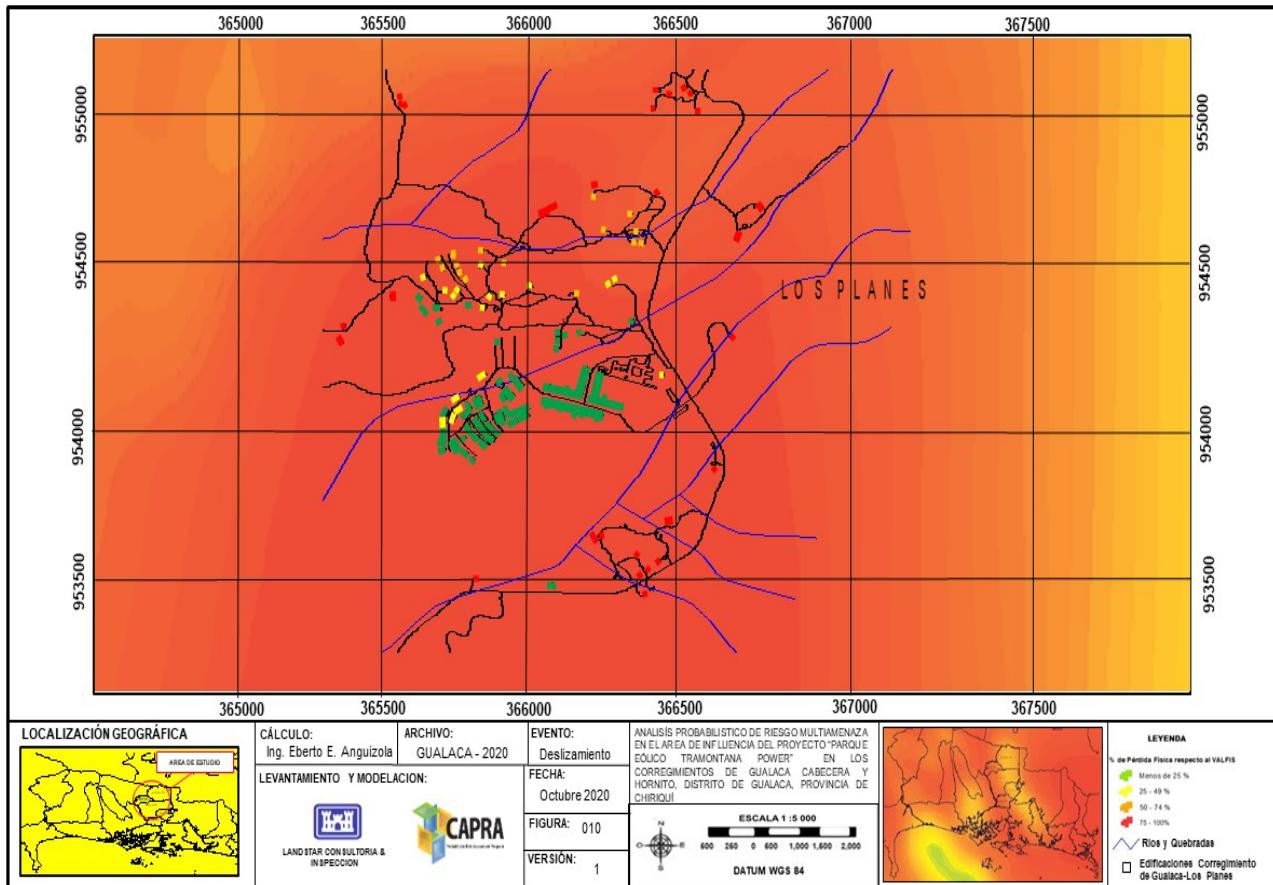
**Mapa N°9:** Riesgo a Deslizamientos de Tierra, para la Comunidad de Chiriquicito, con escenarios más críticos de lluvias de 24 horas con precipitaciones mayores de 100 mm. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre (75%-100%). Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas (50%-74%) y (25%-49%) y las de color verde menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Chiriquicito

**W1** - Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD** - Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU** – Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar



**Mapa N°10: Riesgo a Deslizamientos de Tierra, para la Comunidad de los Planes de Gualaca, con escenarios más críticos de lluvias de 24 horas con precipitaciones mayores de 100 mm. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre (75%-100%). Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas (50%-74%) y (25%-49%) y las de color verde menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.**

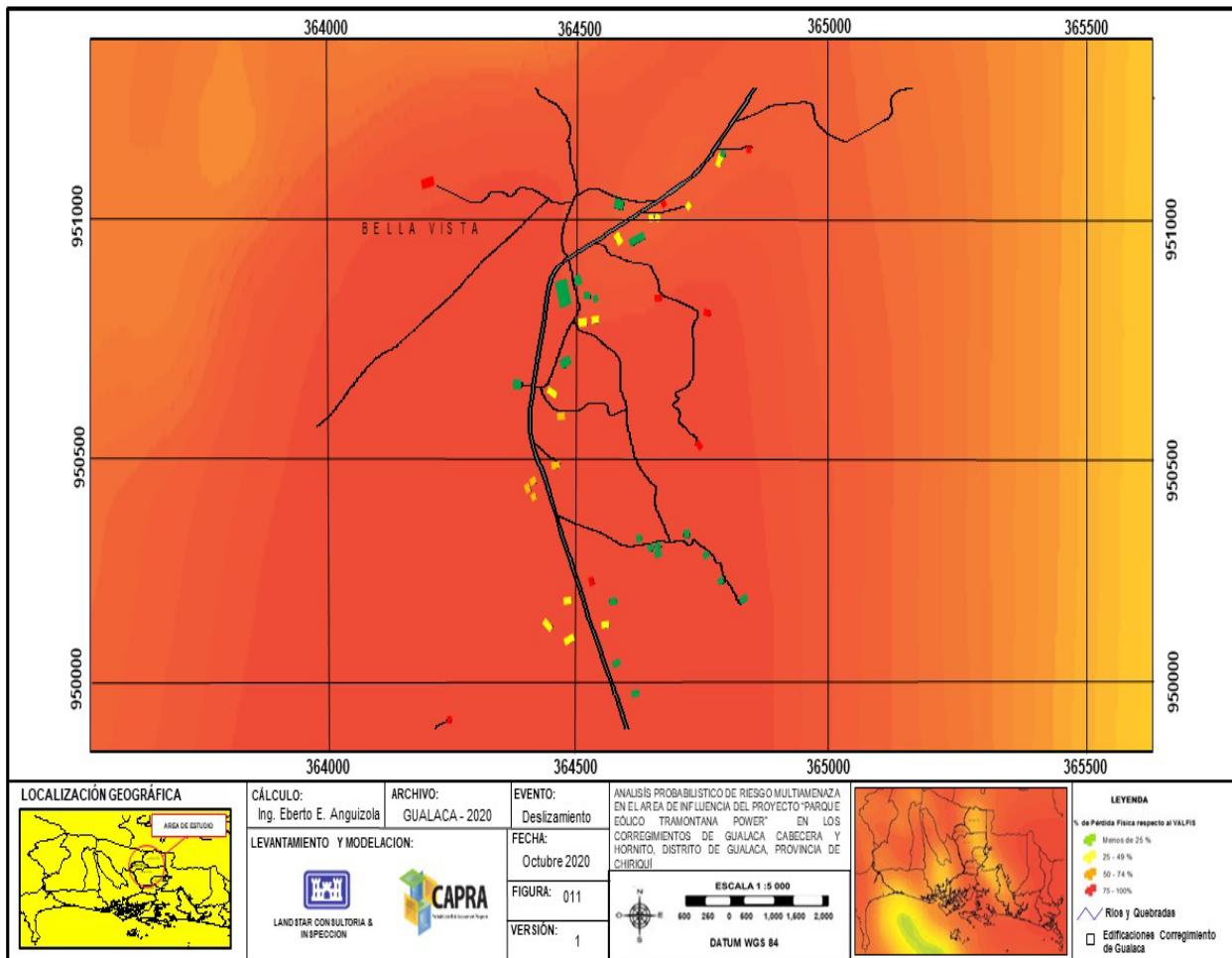
### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Los Planes de Gualaca

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

**CBRI –** Edificaciones de Bloques de concreto con Refuerzo Vigas y Columnas

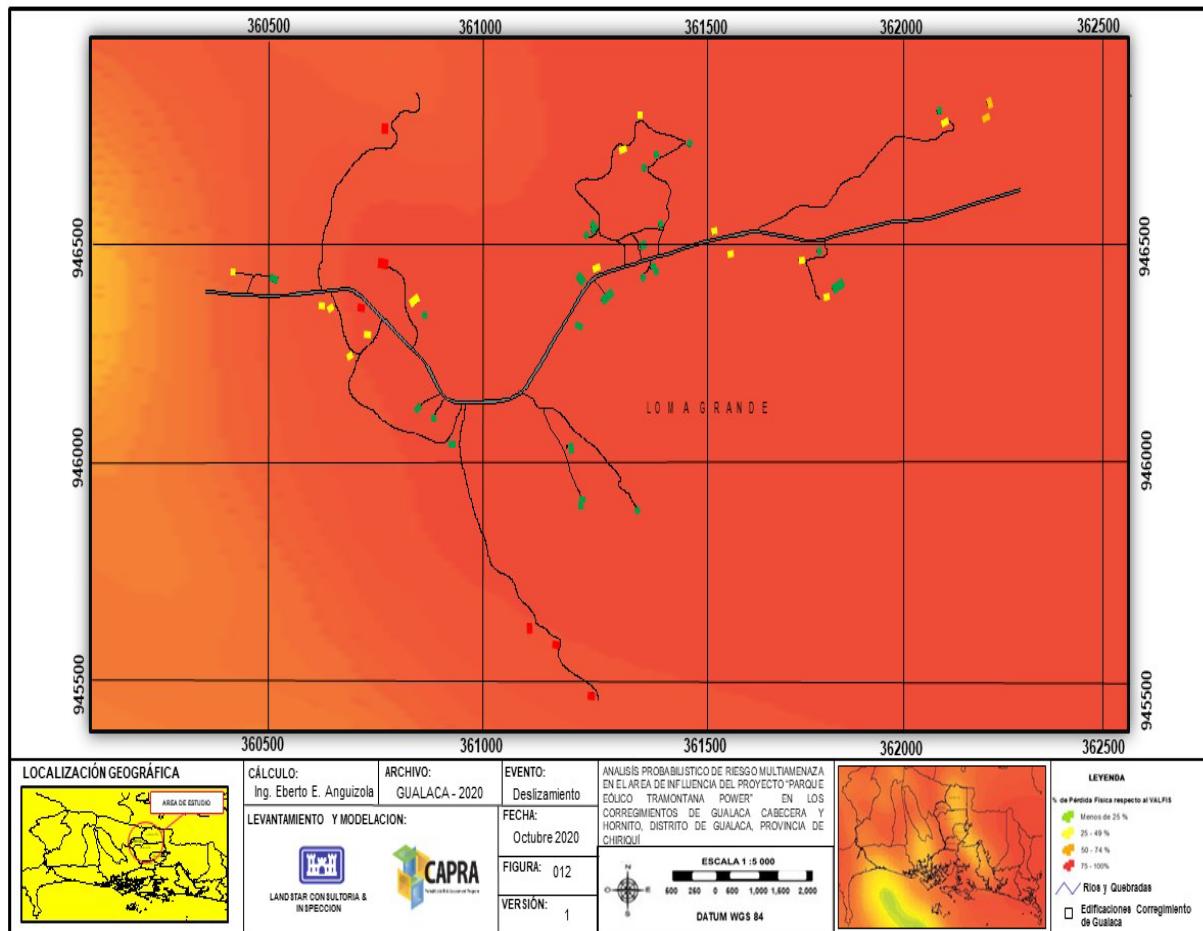


**Mapa N°11:** Riesgo a Deslizamientos de Tierra, para la Comunidad de Bella Vista de Gualaca, con escenarios más críticos de lluvias de 24 horas con precipitaciones mayores de 100 mm. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre (75%-100%). Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas (50%-74%) y (25%-49%) respectivamente y las de color verde, menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Bella Vista de Gualaca

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar



**Mapa N°12:** Riesgo a Deslizamientos de Tierra, para la Comunidad de Loma Grande de Gualaca, con escenarios más críticos de lluvias de 24 horas con precipitaciones mayores de 100 mm. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre (75%-100%). Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas (50%-74%) y (25%-49%) respectivamente y las de color verde, menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Loma Grande de Gualaca

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

### 6.3 Resultados del Daño debido a Eventos de Deslizamiento en los Corregimiento de Gualaca y Hornito.

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento de Deslizamiento de Tierra		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS	
						CAPRA					
				Valor por m <sup>2</sup>	\$	% Daño	Valor de Daño				
W1-Casa de Madera de una Planta	1	W1	1425.48	\$30.00	42,764.27	26.8	\$11,460.82	46	21%	0-10 AÑOS 5.00% 11 -18 AÑOS 9.00% 19 -40 AÑOS 5.00% 41 - MAS AÑOS 2.00%	
TOTAL							\$11,460.82			10 Personas 21.00%	

**Cuadro N°16:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de W1 (Deslizamiento de Tierra) (Edificaciones de Madera de Una Planta) – Corregimientos de Gualaca y Hornito.

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento de Deslizamiento de Tierra CAPRA		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS
						% Daño	Valor de Daño			
				Valor por m <sup>2</sup>	\$					
WD-Casa de Madera de dos Plantas	2	WD	793.73	\$42.00	33,336.58	38.3	\$12,767.91	25	34%	0-10 AÑOS 5.00% 11 -18 AÑOS 9.00% 19 -40 AÑOS 8.00% 41 - MAS AÑOS 12.00%
TOTAL							\$12,767.91			9 Personas 34.00%

**Cuadro N°17:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de WD (Deslizamiento de Tierra) (Edificaciones de Madera de Dos Plantas) – Corregimientos de Gualaca y Hornito.

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento de Deslizamiento de Tierra CAPRA		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS
						% Daño	Valor de Daño			
				Valor por m <sup>2</sup>	\$					
CBU Edificación	1	CBU	12671.80	\$50.00	633,590.25	12.5	\$79,198.78	321	53%	0-10 AÑOS 10.00% 11 -18 AÑOS 8.00% 19 -40 AÑOS 14.00% 41 - MAS AÑOS 21.00%
TOTAL							\$79,198.78			170 Personas 53.00%

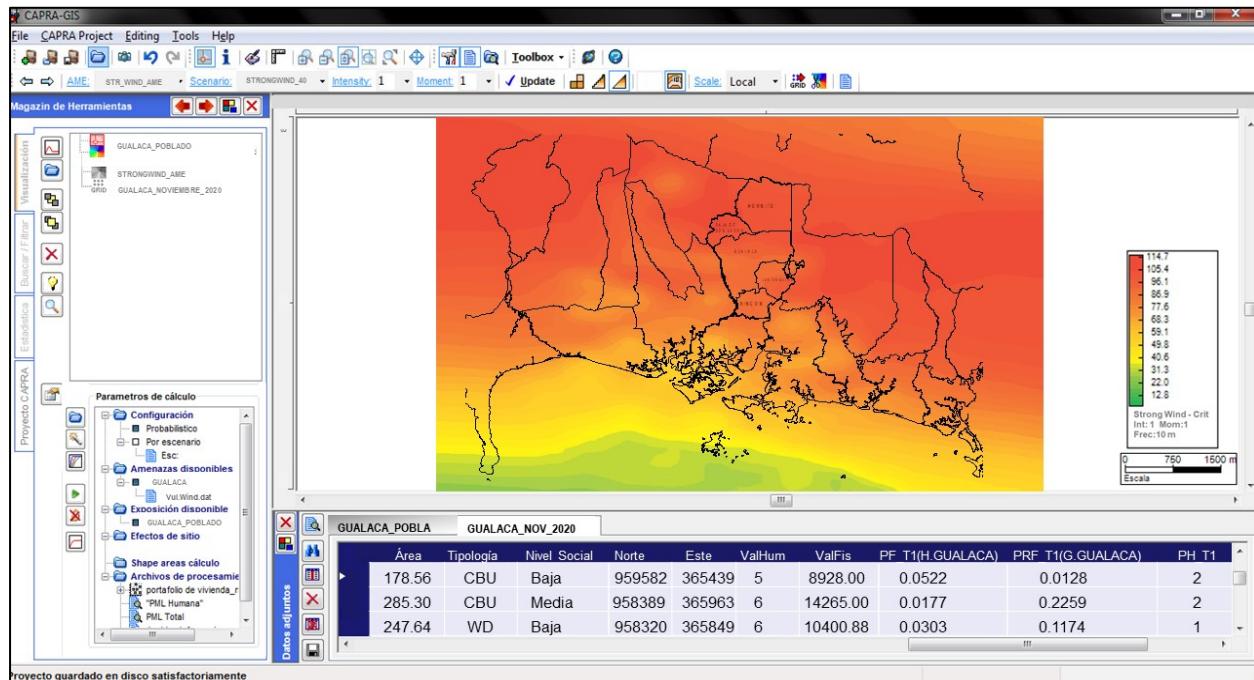
**Cuadro N°18:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de CBU (Deslizamiento de Tierra) (Edificaciones de Bloque de Concreto Sin Reforzar) – Corregimientos de Gualaca y Hornito

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento de Deslizamiento de Tierra CAPRA		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS
				Valor por m <sup>2</sup>	\$	% Daño	Valor de Daño			
CBRI Edificación de Bloque de concreto con de Refuerzo de 1-2 Plantas- Con Estructura	1	CBRI	1440.58	\$95.00	136,855.37	8.2	\$11,222.14	33	0%	0-10 AÑOS 0.00%
TOTAL							\$38,730.01			0 Personas 0.00%

**Cuadro N°19:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de CBRI (Deslizamiento de Tierra) (Edificaciones de Bloque de Concreto Reforzadas 1-2 Plantas) – Corregimientos de Gualaca y Hornito.

## 7.0 Amenaza por Fuertes Vientos

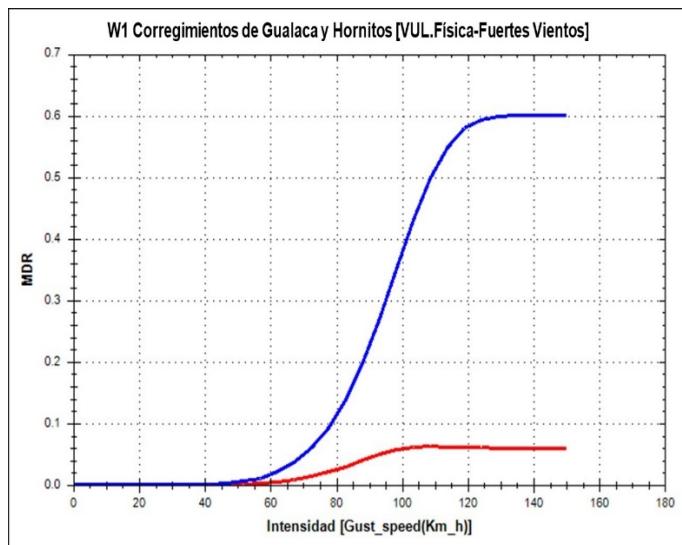
Análisis Probabilísticos de Daños para los Corregimientos de Gualaca Cabecera y Hornitos, ante un Evento de Fuertes Vientos provocado por ráfagas de más de 40 kilómetros /hora debido a Sistemas de Tormenta Tropical en las Provincias de Chiriquí y Bocas del toro. 2020



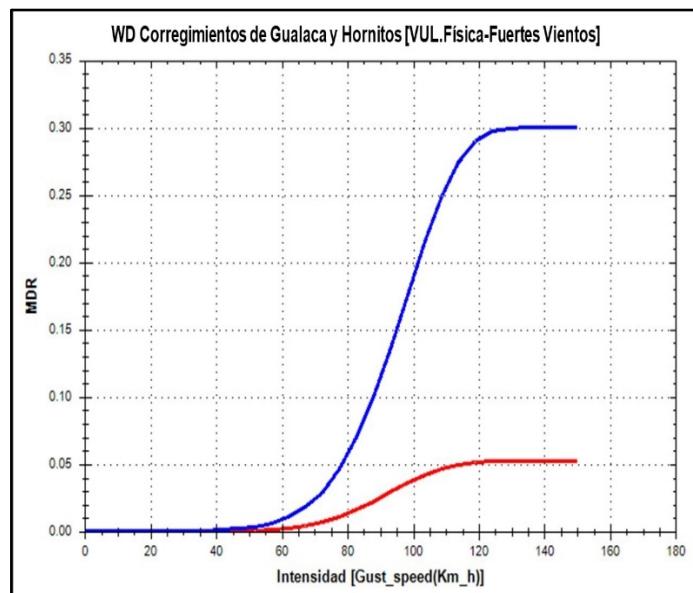
**Imagen N°20:** Corrida del Software CAPRA para el cálculo de riesgo por Fuertes Vientos, provocado por ráfagas de más de 40 kilómetros /hora debido a Sistemas de Tormenta Tropical en las Provincias de Chiriquí y Bocas del Toro.

## 7.1 Modulo Vulnerabilidad para Eventos de Fuertes Vientos

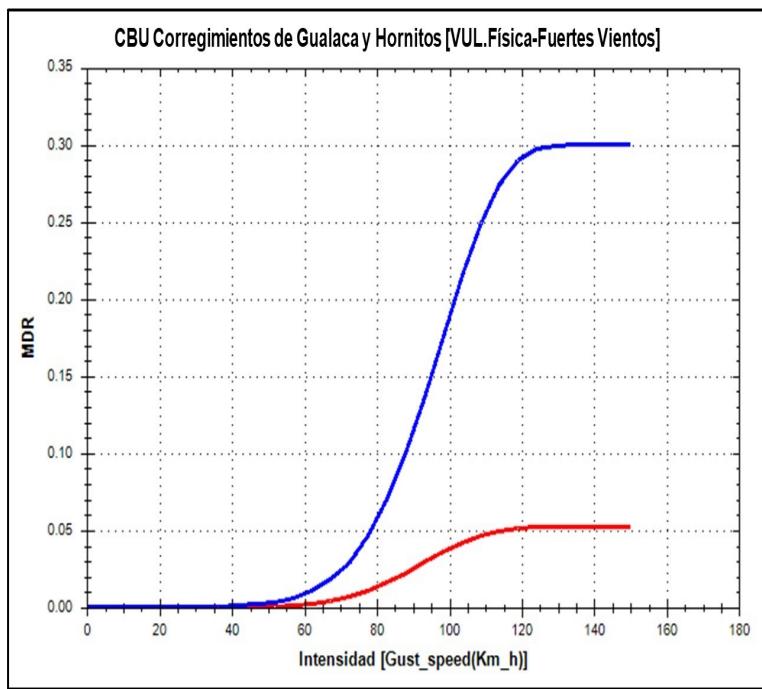
Presentamos una serie de curvas de vulnerabilidad para cada tipología de construcción encontrada en los corregimientos de Gualaca Cabecera y Hornitos. Estas curvas se han calculado con el fin de estimar la afectación de la edificación, ante un evento de Fuertes Vientos con ráfagas de más de 40 kilómetros/ por hora



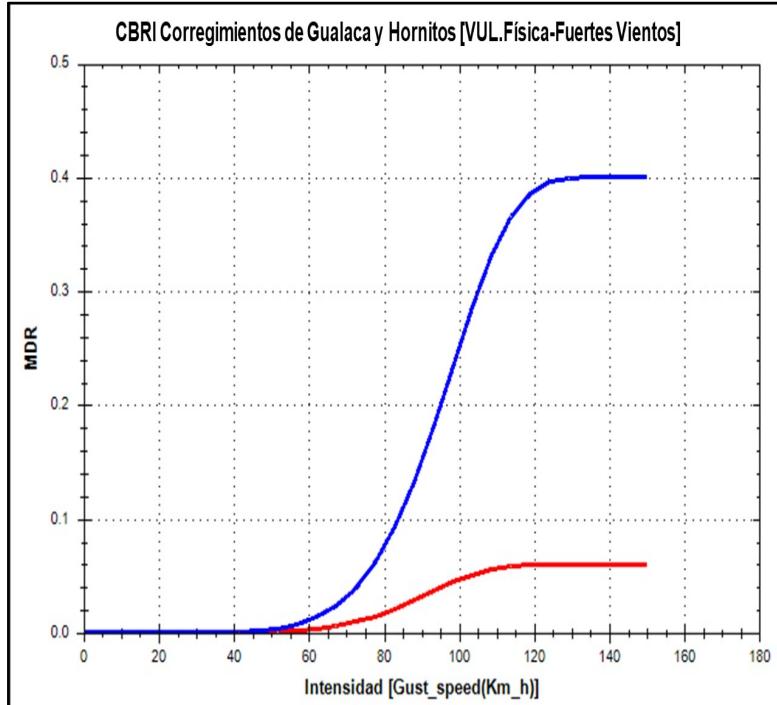
**Imagen N°21:** Curva para la Tipología de Madera de Una Planta **W1** Sometida a Fuertes Vientos -Validad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020



**Imagen N°22:** Curva para la Tipología de Madera de Dos Plantas **WD** Sometida a Fuertes Vientos -Validad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020

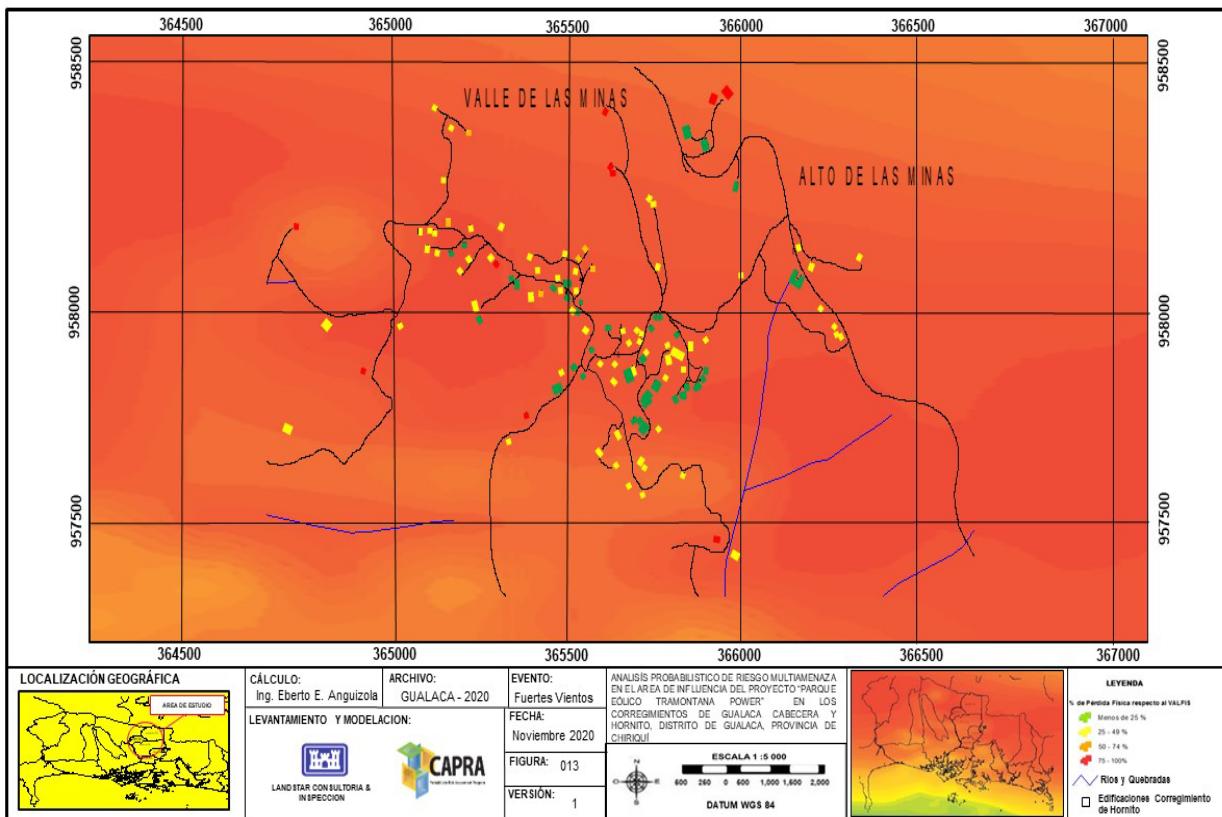


**Imagen N°23:** Curva para la Tipología de Bloque de Concreto Sin Reforzar CBU Sometida a Fuertes Vientos -Validad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020



**Imagen N°24:** Curva para la Tipología de Bloques de Concreto reforzada de 1-2 Plantas CBRI Sometida a Fuertes Vientos -Validad para los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020

## 7.2 Mapas de Riesgos Generadas para las Poblaciones Expuestas



**Mapa N°13:** Riesgo a sufrir daños por causas de Fuertes Vientos, para las Comunidades de Valle de la Mina y Alto de la Mina, con escenarios más críticos, provocado por ráfagas de más de 40 kilómetros /hora, debido a Sistemas de Tormenta Tropical en las Provincias de Chiriquí y Bocas del Toro. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%)** y **(25%-49%)** respectivamente y las de color verde menos del **25%** de probabilidad de ser afectadas.

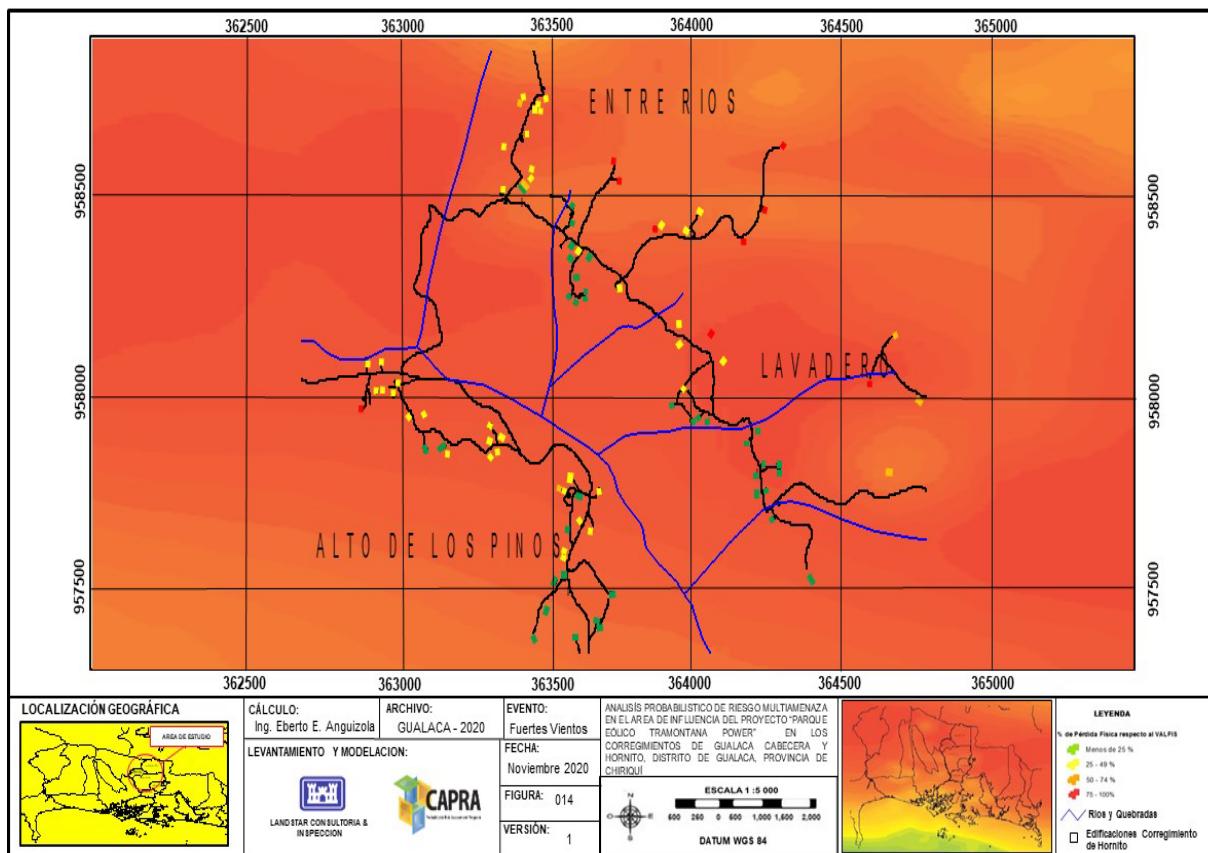
### Tipologías de Construcción en la Comunidades de Valle de la Mina y Alto de la Mina

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

**CBRI –** Edificaciones de Bloques de concreto con Refuerzo Vigas y Columnas



**Mapa N°14:** Riesgo a sufrir daños por causas de Fuertes Vientos, para las Comunidades de Alto de los Pinos, Lavadero y Entre Ríos, con escenarios más críticos, provocado por ráfagas de más de 40 kilómetros /hora, debido a Sistemas de Tormenta Tropical en las Provincias de Chiriquí y Bocas del Toro. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre (75%-100%). Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas (50%-74%) y (25%-49%) respectivamente y las de color verde menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

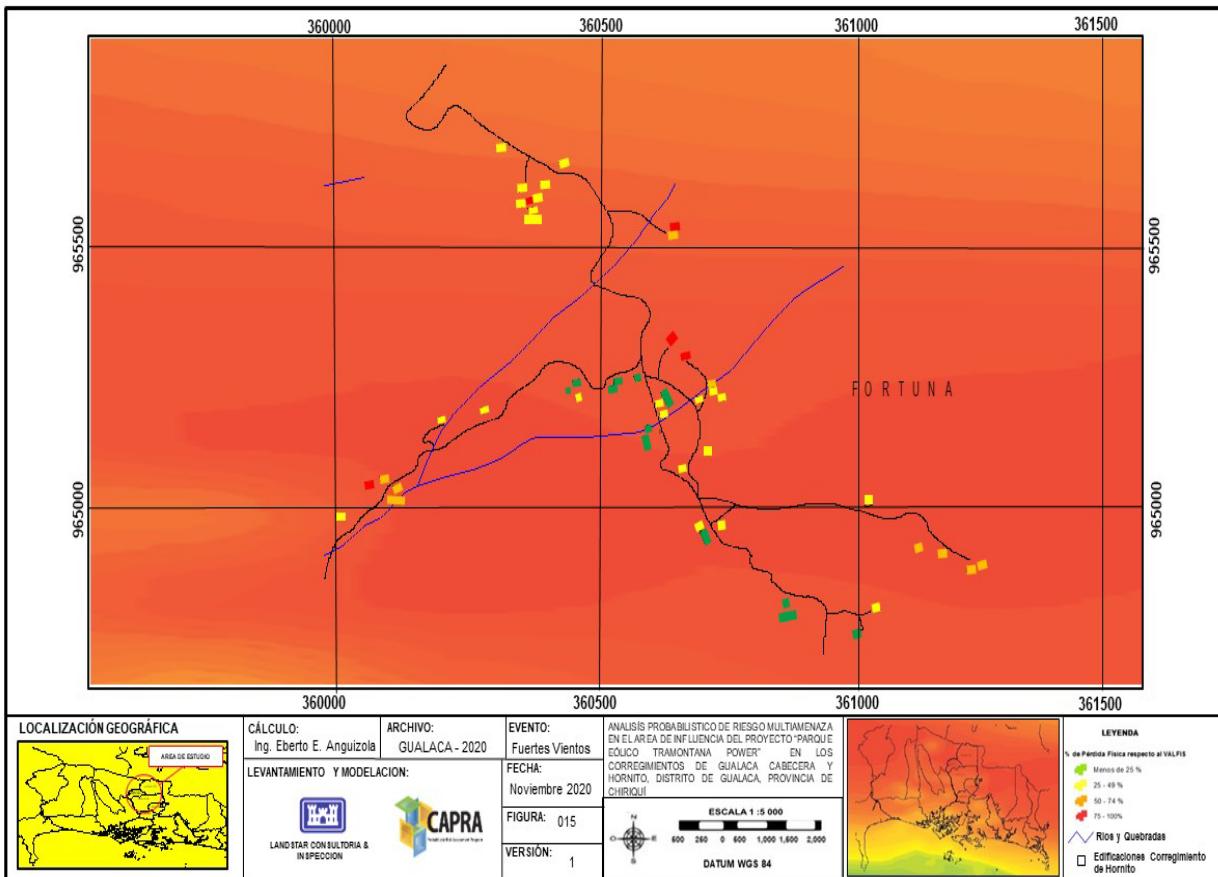
### Tipologías de Construcción en la Comunidades de Alto de los Pinos, Lavadero y Entre Ríos

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

**CBRI –** Edificaciones de Bloques de concreto con Refuerzo Vigas y Columnas



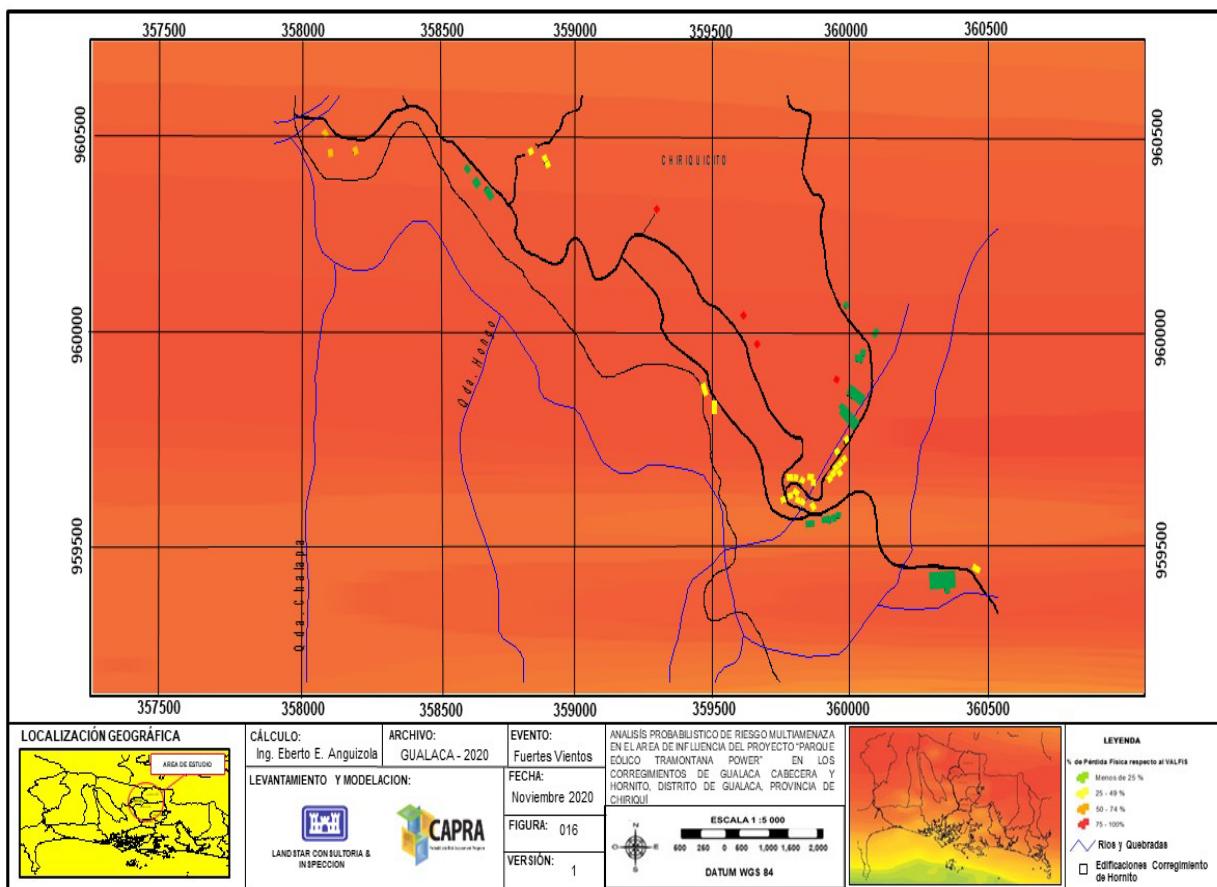
**Mapa N°15:** Riesgo a sufrir daños por causas de Fuertes Vientos, para la Comunidad de Fortuna, con escenarios más críticos, provocado por ráfagas de más de 40 kilómetros /hora, debido a Sistemas de Tormenta Tropical en las Provincias de Chiriquí y Bocas del Toro. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre **(75%-100%)**. Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas **(50%-74%)** y **(25%-49%)** respectivamente y las de color verde menos del **25%** de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Fortuna

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar



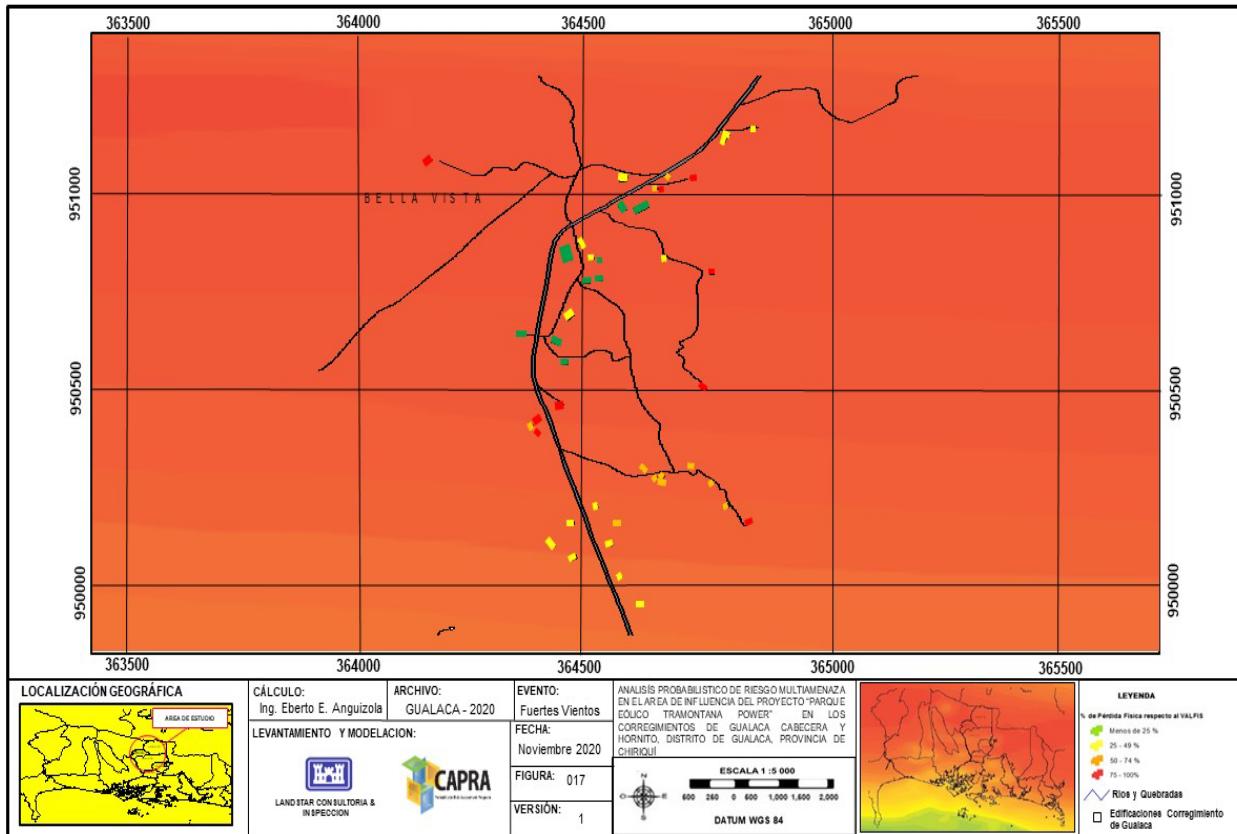
**Mapa N°16:** Riesgo a sufrir daños por causas de Fuertes Vientos, para la Comunidad de Chiriquicito, con escenarios más críticos, provocado por ráfagas de más de 40 kilómetros /hora, debido a Sistemas de Tormenta Tropical en las Provincias de Chiriquí y Bocas del Toro. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre (75%-100%). Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas (50%-74%) y (25%-49%) respectivamente y las de color verde menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Chiriquicito

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar



**Mapa N°17:** Riesgo a sufrir daños por causas de Fuertes Vientos, para la Comunidad de Bella Vista, con escenarios más críticos, provocado por ráfagas de más de 40 kilómetros /hora, debido a Sistemas de Tormenta Tropical en las Provincias de Chiriquí y Bocas del Toro. Se puede apreciar que las casas con color rojo tienen la probabilidad de sufrir daños severos entre (75%-100%). Las Casas con color naranja y amarilla, tienen la probabilidad de ser afectadas (50%-74%) y (25%-49%) respectivamente y las de color verde menos del 25% de probabilidad de ser afectadas.

### Tipologías de Construcción en la Comunidad de Bella Vista

**W1-** Edificaciones de Madera / de una sola Planta.

**WD-** Edificaciones de Madera de dos plantas.

**CBU –** Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar

### 7.3 Resultados del Daño debido a Eventos de Fuertes Vientos, en los Corregimiento de Gualaca y Hornito.

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento de Fuertes Vientos CAPRA		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS	
				Valor por m <sup>2</sup>	\$	% Daño	Valor de Daño				
WI-Casa de Madera de una Planta	1	W1	1425.48	\$30.00	42,764.27	15.1	\$6,457.41	46	23%	0-10 AÑOS	2.00%
										11 -18 AÑOS	2.00%
										19 -40 AÑOS	5.00%
										41 - MAS AÑOS	14.00%
<b>TOTAL</b>							<b>\$6,457.41</b>			<b>11 Personas</b>	<b>23.00%</b>

**Cuadro N°20:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de W1 (Fuertes Vientos) (Edificaciones de Madera de una sola Planta) – Corregimientos de Gualaca y Hornito

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento de Fuertes Vientos CAPRA		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS	
				Valor por m <sup>2</sup>	\$	% Daño	Valor de Daño				
WD-Casa de Madera de dos Plantas	2	WD	793.73	\$42.00	33,336.58	65.1	\$21,702.11	25	85%	0-10 AÑOS	15.00%
										11 -18 AÑOS	28.00%
										19 -40 AÑOS	17.00%
										41 - MAS AÑOS	25.00%
<b>TOTAL</b>							<b>\$21,702.11</b>			<b>22 Personas</b>	<b>85.00%</b>

**Cuadro N°21:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de WD (Fuertes Vientos) (Edificaciones de Madera de dos Plantas) – Corregimientos de Gualaca y Hornito

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento de Fuertes Vientos CAPRA		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS	
				Valor por m <sup>2</sup>	\$	% Daño	Valor de Daño				
CBU Edificacion	1	CBU	12671.80	\$50.00	633,590.25	10.5	\$66,526.97	321	37%	0-10 AÑOS	5.00%
										11 -18 AÑOS	8.00%
										19 -40 AÑOS	16.00%
										41 - MAS AÑOS	8.00%
<b>TOTAL</b>							<b>\$66,526.97</b>			<b>119 Personas</b>	<b>37.00%</b>

**Cuadro N°22:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de CBU (Fuertes Vientos) (Edificaciones de Bloques de Concreto Sin Reforzar) – Corregimientos de Gualaca y Hornito.

Corregimientos de Gualaca y Hornito	Número de Pisos	Sistema Estructural	Área en m <sup>2</sup>	Valor Expuesto		Daños Esperado por Evento de Fuertes Vientos CAPRA		VALHUM	% AFECTADO VALHUM	PERSONAS AFECTADAS
				Valor por m <sup>2</sup>	\$	% Daño	Valor de Daño			
CBRI Edificación de Bloque de concreto con de Refuerzo de 1-2 Plantas-Con Estructura	1	CBRI	1440.58	\$95.00	136,855.37	5.3	\$7,253.33	33	0%	0-10 AÑOS 0.00%
<b>TOTAL</b>							<b>\$7,253.33</b>			<b>0 Personas 0.00%</b>

**Cuadro N°23:** Total del Perdidas del ValFis y afectación ValHum en las edificaciones con Tipología de CBRI (Fuertes Vientos) (Edificaciones de Bloques de Concreto Reforzadas de Dos Plantas) – Corregimientos de Gualaca y Hornito.

## 8.0 Análisis del estado de vulnerabilidad (Física y Humana) de las Comunidades emplazadas dentro del área de influencia del Proyecto “Parque Eólico Tramontana Power”, de acuerdo con los Resultados del Software CAPRA para las amenazas (Sísmica, por Deslizamiento de Tierra y por Fuertes Vientos)

Para este análisis, se ha evaluado los resultados para cada comunidad dependiendo la amenaza. A pesar de que se ponderó cada amenaza de una forma independiente, algunas comunidades reflejaron consistencia en los valores de las afectaciones según las tipologías de construcción emplazadas en cada una.

Para los eventos sísmicos provenientes de la zona de subducción (Ubicada en el océano Pacífico con la Plataforma Continental), las comunidades de Valle de la Mina y Alto de la Mina tuvieron más afectación. Con el escenario de falla local, de igual manera estas dos comunidades y los Planes de Gualaca reflejaron una alta vulnerabilidad a ser afectadas ante un evento de magnitud 6.5. Las otras comunidades, como Fortuna, Alto de los Pinos, Lavadero tuvieron una moderada afectación. Las tipologías de construcción con más afectación estructural fueron las edificaciones de madera de 2 (dos) Plantas y la de bloques de concreto sin reforzar.

Las comunidades que no aparecieron en los mapas de riesgo Sísmico no arrojaron valores relevantes de vulnerabilidad ante estos tipos de eventos.

Para la amenaza de eventos de deslizamientos de tierra por causas de lluvias intensas que registren más de 100 milímetros en un periodo de 24 horas, la comunidad que arrojo escenarios más critico fue la de Valle de la Mina y Fortuna. Sin embargo, se pudo

apreciar que los mapas de riesgos que las otras comunidades reflejaron valores de afectación moderados a leves. Esta condición se da cuando las edificaciones están construidas sobre rellenos y colindantes a cerros. La tipología de construcción más afectada ante este tipo de evento es la de WD, casa de madera de dos plantas.

Para un evento de Fuertes vientos, producidos por tormentas tropicales provenientes del océano Atlántico o Pacífico, con ráfagas mayores de 40 kilómetros por Hora, las comunidades que reflejaron más afectación fue la de Chiriquicito y Fortuna. Sin embargo, las otras comunidades ante este tipo de eventos la afectación según el porcentaje mostrado en cada tipología, se afectarían solamente en la estructura del techo. La tipología de construcción con mas daño fueron las edificaciones de madera (WD) de dos plantas.

A continuación, presentamos la metodología (J. Rosales 2.0-2008), en donde se ponderan los valores de vulnerabilidad actual de las comunidades evaluadas:

Para este análisis se ha ponderado los valores entre **1 y 1.5 significa** que el sitio donde están emplazadas las comunidades son muy vulnerables, con alto componente de riesgo a desastres y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental. No tiene la posibilidad de obras de mitigación.

Los Valores entre **1.6 y 2.0** significa las comunidades que están emplazadas con esta valoración son vulnerables ya que tienen algunos riesgos a desastres y/o existen limitaciones ambientales, con posibles obras de mitigación

Los Valores entre **2.1 y 2.5** significa que las comunidades emplazadas en el lugar son poco vulnerables, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas.

Los Valores superiores a **2.6** significa que las comunidades emplazadas en este lugar no son vulnerables, exento de riesgo y/o buena calidad ambiental.

A continuación, presentamos el siguiente cuadro donde se ponderan los valores de vulnerabilidad para cada comunidad:

RESUMEN DEL ANALISIS DE VULNERABILIDAD								
Nº	Poblados	Valores de Análisis				Porcentaje de Daños Estimados Según el Software CAPRA		
		1.0 - 1.5	1.6 - 2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	75% Y Más	50-74 %	26-49 %
1	Bella Vista			2.3				
2	Los Planes		1.8				Yellow	
3	Loma Grande			2.0				Yellow
4	Valle de la Mina		1.9				Yellow	
5	Entre Ríos			2.4				Yellow
6	Fortuna			2.2				Yellow
7	Lavadero			2.1				Yellow
8	Alto de los Pinos		2.0				Yellow	
9	La Chichicosa				2.7			
10	Filipina				2.8			Green
11	Letrero			2.1				Yellow
12	Soledad			2.3				Yellow
13	Chiriquicito		2.0				Yellow	
<b>Promedio Sectorial</b>			<b>1.9</b>	<b>2.2</b>	<b>2.7</b>			
<b>Promedio Total</b>			<b>2.3</b>					

VALORES	DESCRIPCION	VALORACIÓN
Entre 1 y 1.5	Significa que donde se encuentra emplazada la comunidad es muy vulnerable pudiendo dar lugar a afectaciones a la calidad de vida de las personas.	Se debe reubicar la comunidad Completa
Entre 1.6 y 2.0	Significa que donde está emplazada la comunidad es vulnerable, pudiendo dar lugar a afectaciones a la calidad de vida de los pobladores.	Se debe implementar medidas de mitigación puntuales Urgente para evitar pérdidas físicas y humanas. Se considera la reubicación de edificaciones para erradicar el nivel de riesgo
Entre 2.1 y 2.5	Significa que donde se encuentra la comunidad presenta un estado de vulnerabilidad moderada.	Se deben implementar medidas de mitigación puntuales en ciertas áreas dentro de la comunidad. No necesita la reubicación de los moradores salvo que las medidas sean económicamente inviables.
Superiores a 2.6	Significa que la comunidad no indexa vulnerabilidades	Se considera una comunidad sana de vulnerabilidades y apta para un desarrollo sostenible

Cuadro N°24: Valoración del Riesgo en los Corregimientos de Gualaca y Hornito-2020

## 9.0 Conclusiones

1. Se realizó un análisis Multiamenaza (Sísmica, I Deslizamiento y Fuertes Vientos) en los Corregimientos de Gualaca y Hornito dentro del área de Influencia del Proyecto “**Parque Eólico Tramontana Power**”
2. Para las Amenazas se utilizaron escenarios probabilísticos. Para esto se utilizó la base de datos disponible del área de estudio.
3. Se realizó un levantamiento de tipologías de construcción, durante la consulta ciudadana, mediante encuestas del proyecto “**Parque Eólico Tramontana Power**”.
4. Se ejecutaron los siguientes módulos del software **CAPRA**: a) **CRISIS**      b) **CAPRA-Landslide**,    c) **CAPRA-StrongWind-**    d) **Vulnerabilidad-ERN-Vulnerabilidad -ANGUIZOLA-Vul 2017** e) **CAPRA-GIS**
5. **Se generaron Mapas de Riesgo por cada Amenaza. Se llegó a la conclusión de:**
  - ✓ Las Comunidades emplazadas dentro de los corregimientos de Gualaca y Hornitos, en el área del proyecto “**Parque Eólico Tramontana Power**”, tiene una vulnerabilidad moderada, ante eventos Sísmicos, Deslizamiento de Tierra y Fuertes Vientos.
  - ✓ Los Riesgos Sísmicos y Deslizamientos, arrojaron mayor perdida física en estos corregimientos; las tipologías de Madera de dos plantas (WD) y de edificaciones de bloques de concreto sin reforzar fueron las más afectadas.
6. Las comunidades emplazadas dentro del área del proyecto tuvieron una valoración de riesgo de **2.3**, lo que sugiere tener un plan de contingencia ante desastres naturales.

## 10.0 Referencias Bibliográficas

- ✓ Adamek, S., C. Frohlich & W.D. Pennington. (1988). Seismicity of the Caribbean boundary: Constraints on microplate tectonics of the Panama region. *J. Geophys. Res.* **93**, 2053-2075.
- ✓ Arango, M. C., F. O. Strasser, J. J. Bommer, J. M. Cepeda, R. Boroschek,
- ✓ D. A. Hernandez, and H. Tavera (2012). An Evaluation of the Applicability of Current Ground-Motion Models to the South and Central American Subduction Zones. *Bull. Seismol. Soc. Am.* **102**, 143–168.
- ✓ Benito, B., C. Lindholm, E. Camacho, Á. Climent, G. Marroquín, E. Molina,
- ✓ W. Rojas, E. Talavera, J. J. Escobar, G. Alvarado, Y. Torres, y M. Perez Escalante (2010). Amenaza sísmica en América Central, Benito Oterino,
- ✓ M. B., and Y. Torres Fernández (Editors), Entimema, Madrid, España, 371 pp.
- ✓ PSHA (1988). Probabilistic MultiHazard Analysis, Panel on Seismic Hazard Analysis, Commission on Seismology, Board on Earth Sciences, Commission on Physical Sciences, Mathematics and Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington D.C., 96 pp.
- ✓ Reiter, L. (1990). Earthquake Hazard Analysis. Issues and Insights. Columbia University Press, New York, 254 pp.
- ✓ Schmidt, V. (2010). Avances para los estudios de riesgo sísmico a escala regional y local: Aplicación a América Central y la Bahía de Cádiz. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, Tesis Doctoral.
- ✓ Silver, E., A., D., L., Reed, J., L., Tagudin y D., L., Heil (1990). Implications of the North and South Panama Thrust Belts for the origin of the Panama Orocline, *Tectonics* **9**, 261-281.
- ✓ Wells, D. and K. J. Coppersmith (1994). New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement, *Bull. Seismol. Soc. Am.* **84**, 974–1002.