

# Metodología de análisis de amenazas naturales: MIDEPLAN (2014), en la monumentación geodésica del Instituto Geográfico Nacional

Geól. Iván J. Sanabria Coto

---

Registro Nacional de Costa Rica  
Instituto Geográfico Nacional (IGN)  
Departamento de Geodinámica

## • GEODINÁMICA

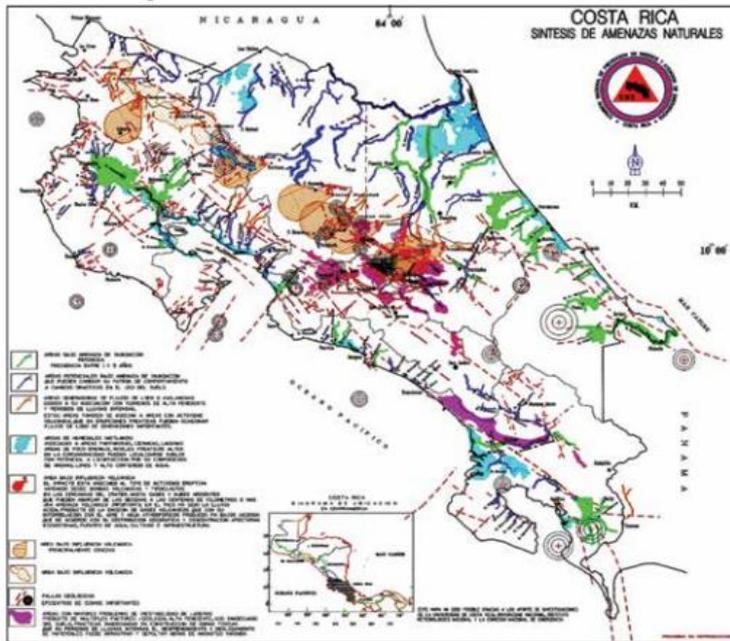
Suma de agentes y procesos endógenos/exógenos que afectan, moldean y modifican el relieve terrestre

- INTERNA
- Vulcanismo
- Tectonismo
  
- EXTERNA ( viento, agua, gravedad, etc..)
- Deslizamientos
- Procesos de remoción en masa (flujos de lodo)
- Inundaciones
- Glaciares

**Amenazas Naturales**



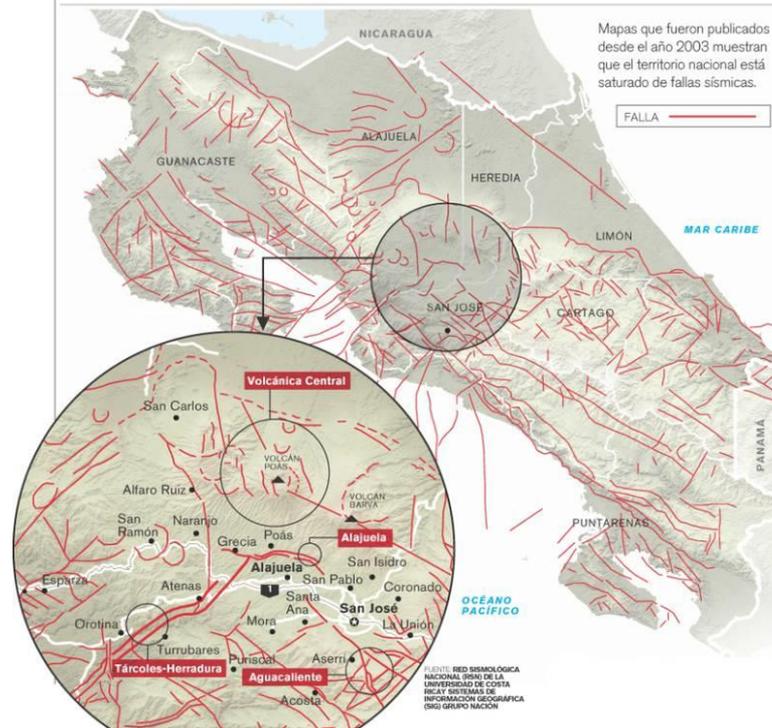
# Amenazas Naturales



Tomado de Castillo & Quesada (2016):  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/4517/451748499006/html/index.html>

FALTAN OTRAS POR LOCALIZAR

## Están por doquier



Mapas que fueron publicados desde el año 2003 muestran que el territorio nacional está saturado de fallas sísmicas.

FALLA

Tomado de:  
<https://www.nacion.com/el-pais/150-fallas-con-potencial-para-provocar-sismos-en-el-pais/SKL57Q4YVBDRZF6MT2QHMRZEZE/story/>

FUENTE: RED SISMOLÓGICA NACIONAL, SINTE DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) GRUPO NACION.

# Amenazas Naturales



Imagen tomada de <https://www.telodiario.cr/en-alerta/alerta-roja-upalaguatuso-san-carlos-inundados-lluvias>



Imagen de: <https://costoricamedios.cr/2020/04/22/un-dia-como-hoy-hace-29-anos-costa-rica-no-enfrentaba-una-pandemia-pero-si-uno-de-los-mayores-desastres-naturales/>

Daño en carretera tras el terremoto / Limón, Costa Rica año de 1991.

Fotos: Comisión Nacional de Emergencias



Imagen tomada de: <https://www.tec.ac.cr/hoyenltec/2018/09/27/mejor-prevenir>

Imagen tomada de: [http://www.campus.una.ac.cr/ediciones/2017/julio/2017julio\\_pag10.html](http://www.campus.una.ac.cr/ediciones/2017/julio/2017julio_pag10.html)



Imagen tomada de: <https://amprensa.com/2020/10/intensas-lluvias-dejan-mas-de-135-deslizamientos-en-todo-el-pais/>

amprensa.com  
El despertar de la información



Fuente de imagen:  
<https://www.geosec.es/mejora-de-terreno/licuefaccion-terrenos/planificacion-y-control/>



Fuente de imagen:  
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-45721210>

La licuefacción es el fenómeno por el cual el suelo se vuelve "líquido".

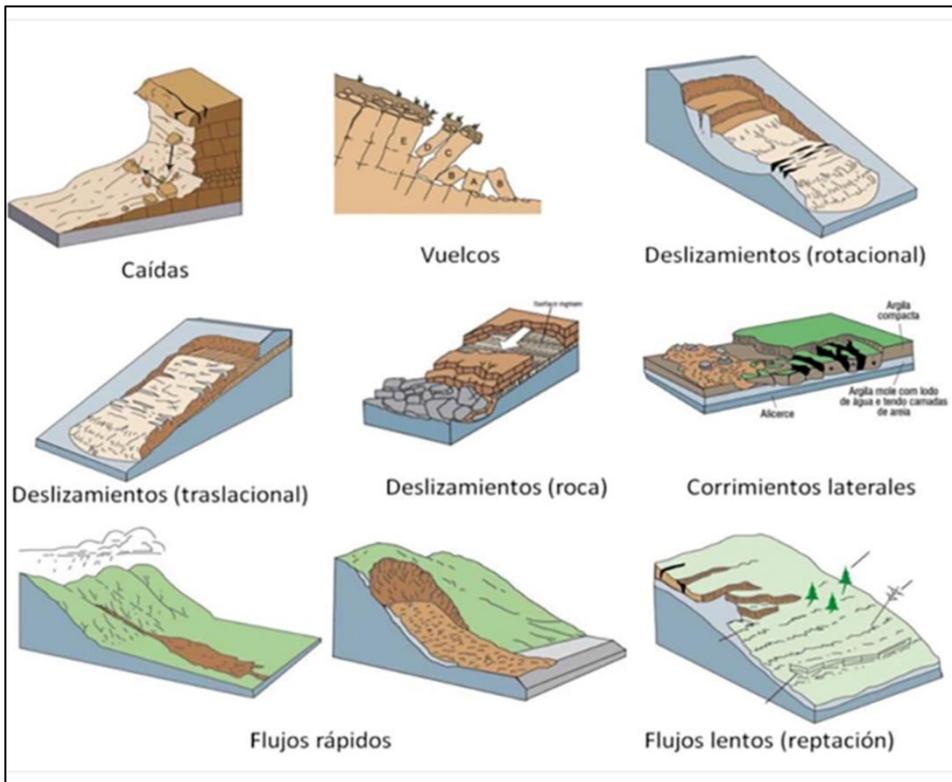


Fuente de imagen:  
[https://www.researchgate.net/publication/334657453\\_Origen\\_del\\_desplazamiento\\_cosismico\\_y\\_post-sismico\\_para\\_el\\_terremoto\\_de\\_Tohoku\\_Oki\\_2011/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/334657453_Origen_del_desplazamiento_cosismico_y_post-sismico_para_el_terremoto_de_Tohoku_Oki_2011/figures?lo=1)



Fuente de imagen:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Licuefacci%C3%B3n\\_de\\_suelo#/media/Archivo:Chuetsu\\_earthquake-earthquake\\_liquefaction1.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Licuefacci%C3%B3n_de_suelo#/media/Archivo:Chuetsu_earthquake-earthquake_liquefaction1.jpg)

## Terraplén



Tomado de: <https://vidauniversitaria.uanl.mx/expertos/estudia-uanl-riesgos-por-deslizamiento-de-tierra/>



Tomado de:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Terrapl%C3%A9n#/media/Archivo:West\\_som\\_min\\_1.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Terrapl%C3%A9n#/media/Archivo:West_som_min_1.jpg)

## Alud



Tomado de:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Alud#/media/Archivo:Avalanche\\_on\\_Everest.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Alud#/media/Archivo:Avalanche_on_Everest.jpg)

# Amenazas Naturales



Fuente de imagen:  
<https://www.stuff.co.nz/science/98286373/new-research-shows-major-fault-failed-twice-during-kaikura-earthquake>



Fuente de imagen:  
<https://www.sciencelearn.org.nz/images/2951-waiiau-fault-scarp>



Fuente de imagen:  
<https://www.stuff.co.nz/science/98286373/new-research-shows-major-fault-failed-twice-during-kaikura-earthquake>



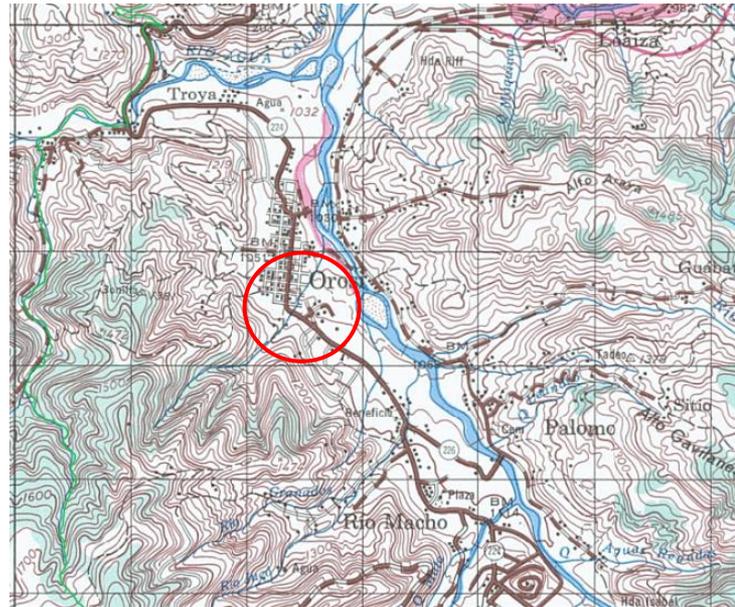
Fuente de imagen:  
<https://www.stuff.co.nz/science/98286373/new-research-shows-major-fault-failed-twice-during-kaikura-earthquake>

# Escalas o niveles de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica



**Regional**

Tomado de  
SNIT (2021)



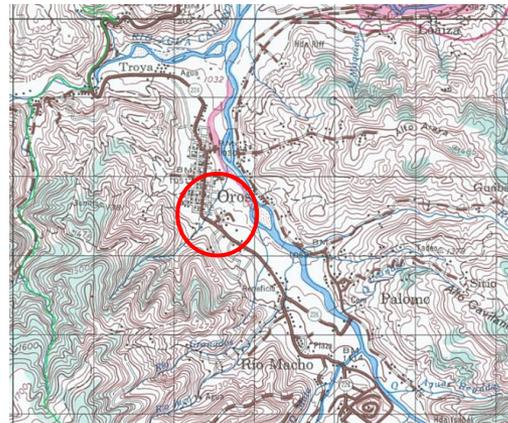
**Local**

- **Radio de 1 km alrededor de monumentación**

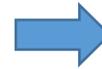
# Escalas o niveles de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica



**Regional**



**Local**



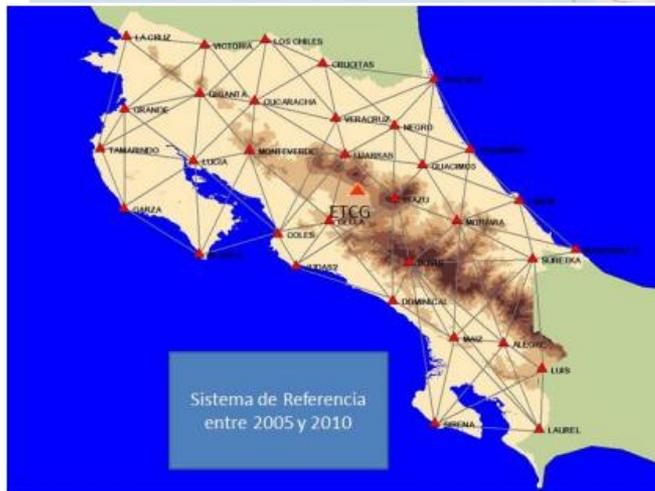
**Intrínseco**

**● Sitio exacto de la monumentación**

# Red de monumentación geodésica del IGN



Red de Estaciones GNSS del Registro Nacional, Instituto Geográfico Nacional - Site Overview



Tomado de:  
[https://www.snitcr.go.cr/pdf/s/tutoriales\\_presentaciones/P01\\_TALLER\\_11\\_10\\_2016\\_MARGEDIN.pdf](https://www.snitcr.go.cr/pdf/s/tutoriales_presentaciones/P01_TALLER_11_10_2016_MARGEDIN.pdf)

Tomado de:  
<https://gnss.rnp.go.cr/SBC/Account/Index?returnUrl=%2FSBC>



<https://www.snitcr.go.cr/Visor/indexver2>

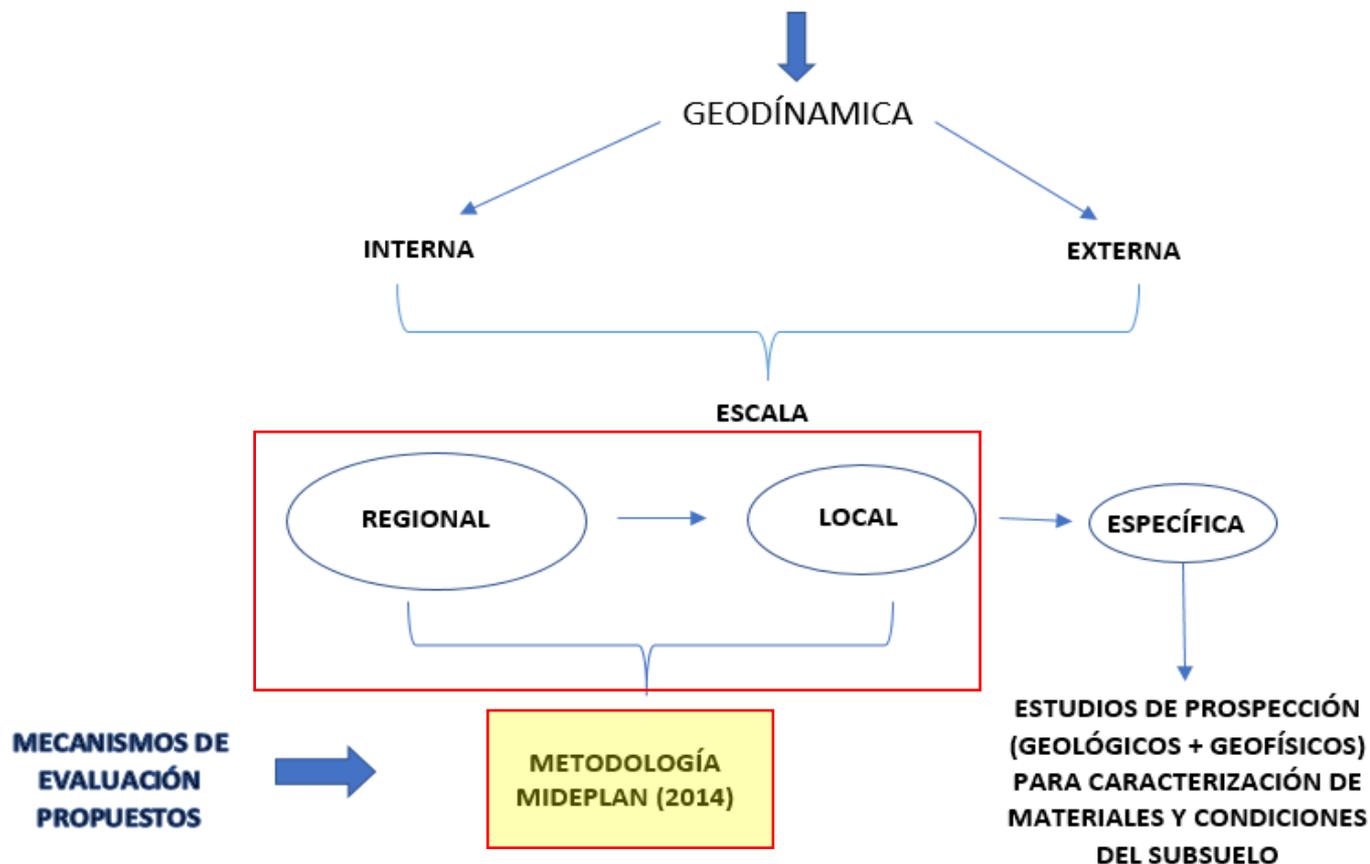


[https://www.researchgate.net/publication/333866296\\_Titulo\\_Desarrollo\\_de\\_la\\_Red\\_de\\_Gravedad\\_Absoluta\\_de\\_Costa\\_Rica#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/333866296_Titulo_Desarrollo_de_la_Red_de_Gravedad_Absoluta_de_Costa_Rica#fullTextFileContent)

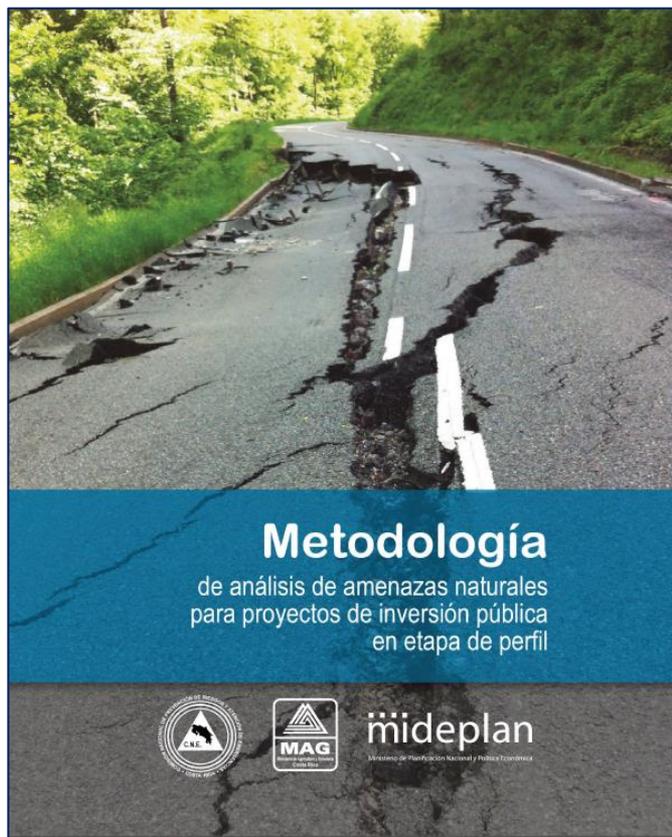
# Red de monumentación geodésica del IGN



## EVALUACIÓN DEL GRADO DE ESTABILIDAD DE LOS SITIOS PROPUESTOS PARA MONUMENTACIÓN GEODÉSICA



# Aplicación de metodología MIDEPLAN (2014) para valoración regional y local



Registro Nacional



Unidad de  
Desarrollo  
Estratégico  
Institucional (UDEI)

# Aplicación de metodología MIDEPLAN (2014) para valoración regional y local

Convenio Interministerial / Ministerio de Agricultura y Ganadería /  
Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

5

## Contenido

Presentación	3
I. INTRODUCCIÓN	7
<b>II. OBJETIVOS DE LA METODOLOGÍA</b>	<b>9</b>
III. ALCANCES DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	11
IV. AMENAZAS CONSIDERADAS	13
V. PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	15
Componentes	15
Procedimiento para el análisis de las amenazas	17
VI. CRITERIOS GENERALES Y MATRICES PARA LA ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA	21
Amenaza de deslizamiento	22
Amenaza de inundación	29
Amenaza de alud torrencial	33
Amenaza volcánica	37
Amenaza sísmica	53
Amenaza por tsunami	55
VII. MATRICES DE COMBINACIÓN DE VARIABLES	57
VIII. ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AMENAZAS	59
IX. COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS MEDIDAS	63
VIII. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA	65
IX. ANEXOS	69
ANEXO I. Definición y Conceptos Fundamentales	69
ANEXO II. Cálculo de Pendientes	75
ANEXO III. Zonas Sísmicas por Provincias, Cantones y Distritos según el Código Sísmico de Costa Rica.	79
ANEXO IV. Distribución Gumbel	85

- Disponer de un instrumento que de manera sencilla y objetiva, pueda orientar, calificar y estimar un índice en función de las principales amenazas naturales del país, antes de decidir la ejecución de un proyecto de inversión pública.
- Orientar sobre el tipo y profundidad de los análisis de riesgo ante amenazas naturales que requieren los proyectos.
- Incorporar en los diseños de los proyectos las obras necesarias para reducir su exposición, fragilidad o mejorar su resiliencia.
- Promover acciones de mantenimiento que reduzcan la probabilidad de reconstrucción antes de que las obras cumplan con su vida útil.

# Aplicación de metodología MIDEPLAN (2014) para valoración regional y local

## Contenido

Presentación	3
I. INTRODUCCIÓN	7
II. OBJETIVOS DE LA METODOLOGÍA	9
III. ALCANCES DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	11
IV. AMENAZAS CONSIDERADAS	13
V. PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	15
Componentes	15
Procedimiento para el análisis de las amenazas	17
VI. CRITERIOS GENERALES Y MATRICES PARA LA ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA	21
Amenaza de deslizamiento	22
Amenaza de inundación	29
Amenaza de alud torrencial	33
Amenaza volcánica	37
Amenaza sísmica	53
Amenaza por tsunami	55
VII. MATRICES DE COMBINACIÓN DE VARIABLES	57
VIII. ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AMENAZAS	59
IX. COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS MEDIDAS	63
VIII. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA	65
IX. ANEXOS	69
ANEXO I. Definición y Conceptos Fundamentales	69
ANEXO II. Cálculo de Pendientes	75
ANEXO III. Zonas Sísmicas por Provincias, Cantones y Distritos según el Código Sísmico de Costa Rica.	79
ANEXO IV. Distribución Gumbel	85

**1. Alud torrencial**

**2. Deslizamiento**

**3. Inundación**

**4. Sismo**

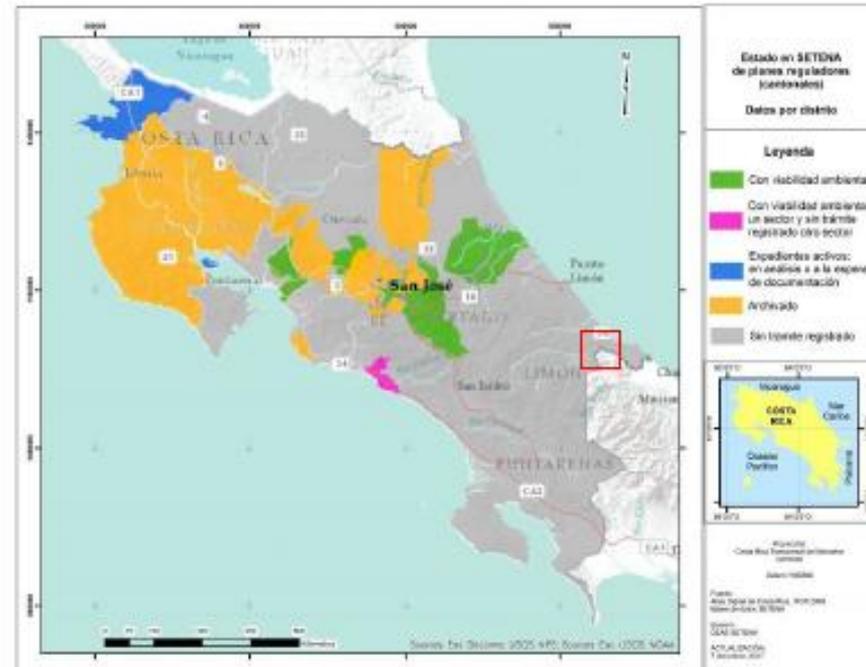
**5. Tsunami o Maremotos**

**6. Vulcanismo**

# Aplicación de metodología MIDEPLAN (2014) para valoración regional y local

El usuario de esta metodología deberá primero revisar si el Cantón donde se ubicara el proyecto cuenta con Plan Regulador aprobado y si el mismo tiene los mapas por amenaza correspondiente a los IFA.

Si la respuesta es afirmativa, se aplicaran los mapas y matrices de los IFA definidos en el Plan para las amenazas de sismicidad, vulcanismo, tsunamis e inundación.



# Aplicación de metodología MIDEPLAN (2014) para valoración regional y local

Si el evaluador de un proyecto **encuentra dudas razonables** sobre que IFA por amenaza tiene el lugar del proyecto, **debe asignar el IFA mas desfavorable al sitio**, según las categorías de las zonas aledañas en el mapa . **Y, si las dudas persisten, se recomienda aplicar los criterios generales y matrices de esta metodología** para contrastar los resultados.

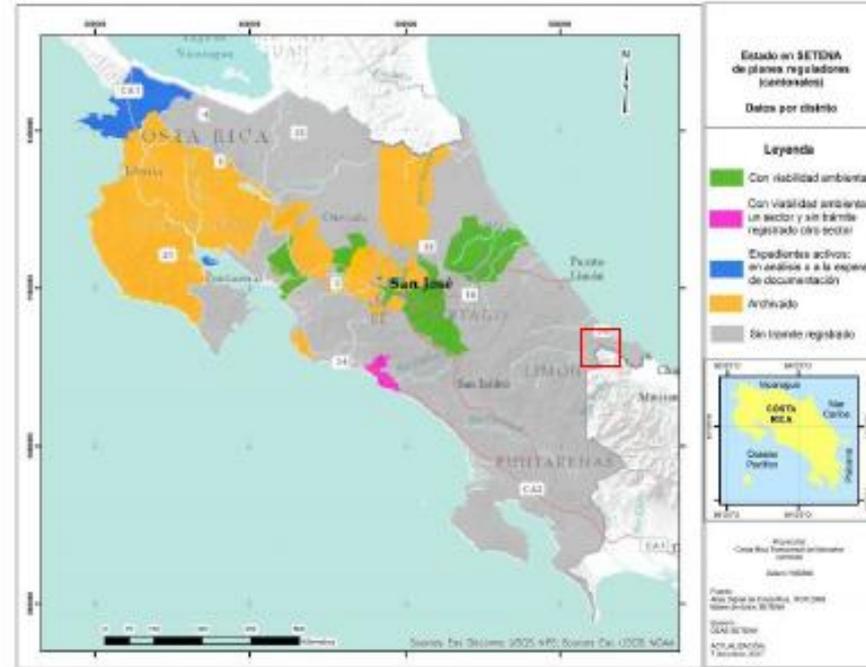
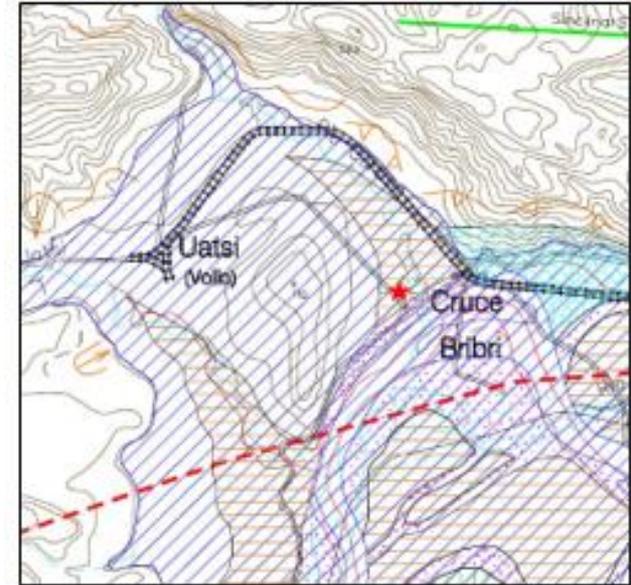
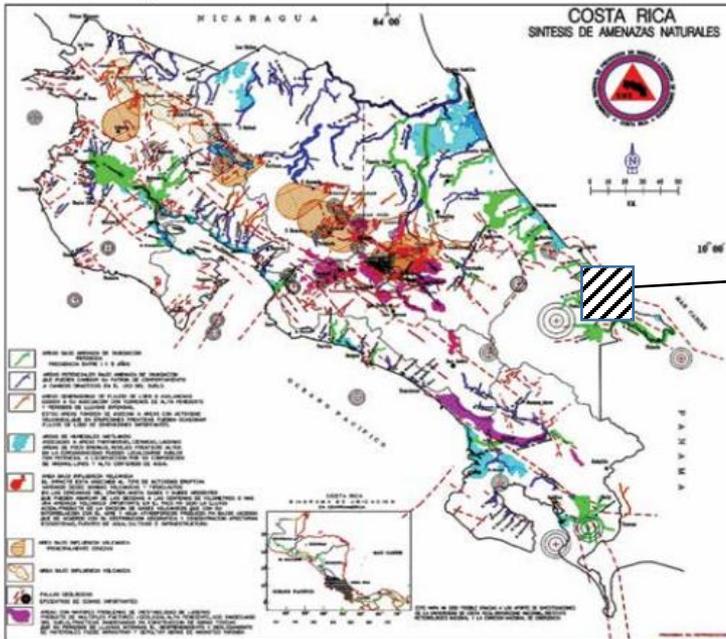


Fig.1: Estado actual de planes reguladores aprobado a nivel nacional por parte de la Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA) a diciembre de 2017, en rojo área de interés para el emplazamiento de la obra.

# Aplicación de metodología MIDEPLAN (2014) para valoración regional y local

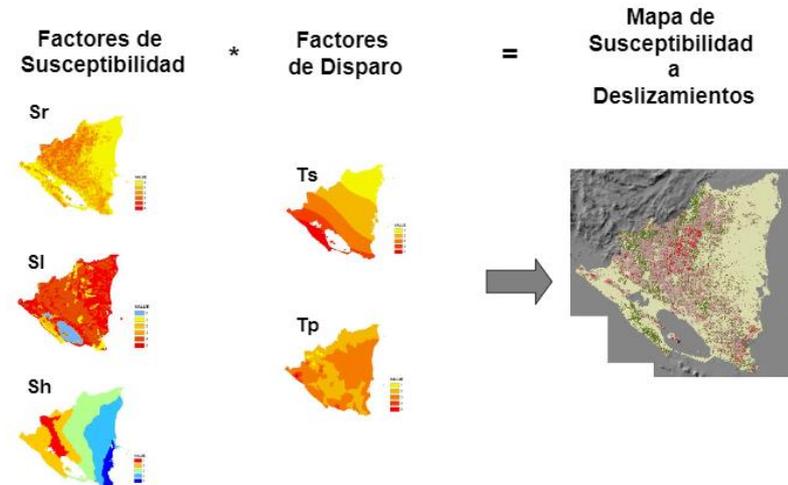


Tomado de Castillo & Quesada (2016):  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/4517/451748499006/html/index.html>

# Amenaza por deslizamiento

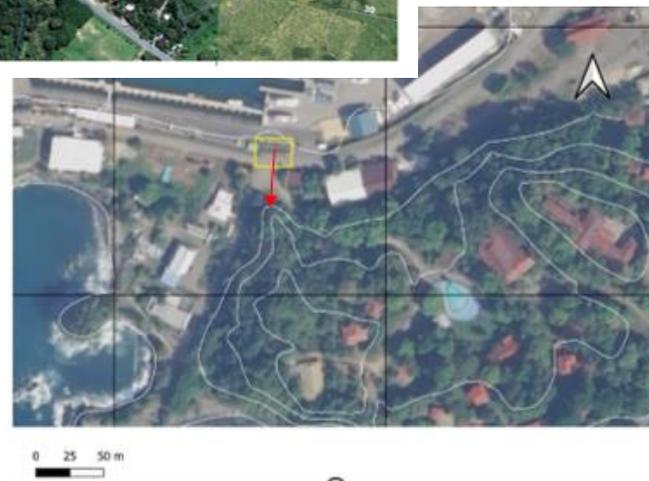
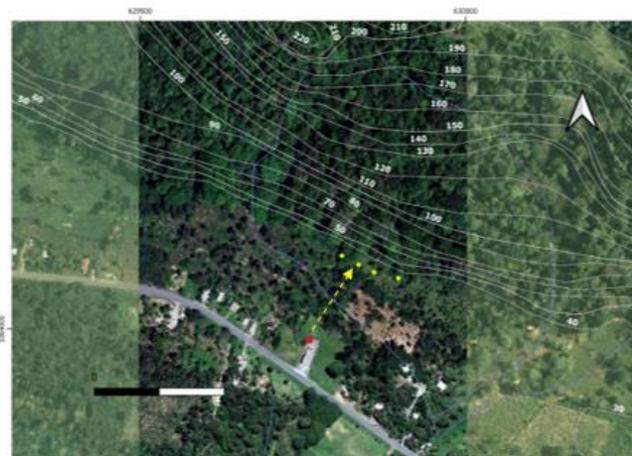
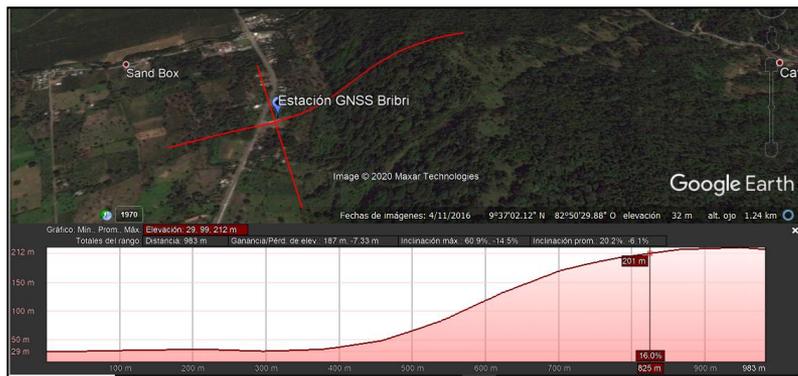


- El proyecto se encuentra en una zona de llanura o de pendiente **menor de 8<sup>grados</sup>** (o lo que es lo mismo, 14%), alejada mas de 200 metros de taludes artificiales o naturales y no hay laderas cercanas → Descartar la amenaza en la valoración del proyecto en la etapa de perfil.
- El sitio del proyecto esta encima o muy cercano a terrenos inestables, al borde o al pie de taludes o en zonas con cortes de talud verticales realizados por la actividad humana o con pendiente mayor de 8° (o 14%) → Utilizar los mapas generados con la metodología de Mora y Vahrson, o en caso de no disponer de estos mapas, aplicar la matriz de estimación de la amenaza de deslizamiento.



Tomado de:  
<https://docplayer.es/12617560-El-metodo-mora-vahrson.html>

# Amenaza por deslizamiento



# Amenaza por deslizamiento

**Deslizamientos en proceso o antecedentes de deslizamientos:** Esta variable permite considerar la ocurrencia de eventos previos que hubiesen afectado o que estén afectando el sitio de interés y tomar en cuenta la susceptibilidad del lugar a nuevos deslizamientos. Para establecer el valor correspondiente a esta variable, se debe buscar en la CNE la información de mapas, informes internos, reportes, artículos de la Revista Geológica de América Central, entre otros, que incluyan los deslizamientos



# Amenaza por deslizamiento



Histórico mensual de precipitación (mm) disponible en estación meteorológica Manzanillo (Limón)												Mes	Promedio mensual (mm)
Mes	Años												
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Enero	503	337,15	171,3	329,6	305,75	281,9	171,2	60,5	75,9	451	156,6	Enero	258,536364
Febrero	282,8	11,5	143,5	655	254,4	281,9	197,4	112,9	75,9	201	352,6	Febrero	233,536364
Marzo	450,2	9,2	174,3	339,4	369,4	22,9	311,2	241,6	66,3	158	130,6	Marzo	206,645455
Abril	0	81,9	17	219	207,6	281,9	206,8	209,5	157,4	356,9	32,5	Abril	160,954545
Mayo	79,3	238	222,2	379,6	316,1	281,9	206,5	412,8	131,3	526,5	220,7	Mayo	274,081818
Junio	214,4	243,6	184,75	125,9	152,4	158,2	164	252,3	280,8	406,9	167	Junio	213,659091
Julio	211,7	310,6	300,7	480,7	117,6	182,8	345,4	347,6	535,4	507,6	482	Julio	347,463636
Agosto	198,9	239,6	206,2	184,7	163,2	158,8	154,4	78,6	225,2	373,9	373,9	Agosto	214,309091
Setiembre	181,6	118,5	141,2	128,65	116,1	88	59,9	64,9	185	243,1	178	Setiembre	136,813636
Octubre	74,3	124	123	200,8	133,6	129,25	124,9	110,5	175,8	138,9	107,7	Octubre	131,159091
Noviembre	104,2	584,7	517,6	466,4	470,6	461,85	453,1	298,5	56,1	261,2	349,4	Noviembre	365,786364
Diciembre	173,8	640,8	297,2	283	283	283	268,8	170	371,6	386,9	274,1	Diciembre	312,018182



Promedio de precipitación mensual (mm)	Valor Asignado
<125	0
125-250	1
>250	2

Fuente: Elaboración propia a partir de la Metodología Mora Vahson.



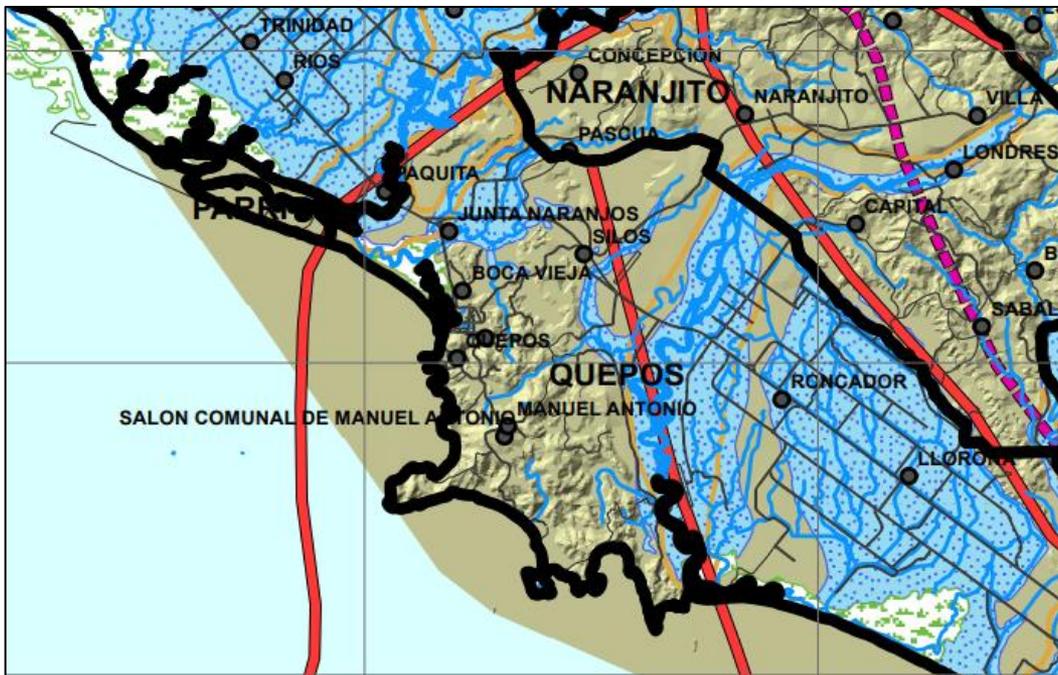
Mes	Promedio mensual (mm)	Valoración
Enero	258,536364	2
Febrero	233,536364	1
Marzo	206,645455	1
Abril	160,954545	1
Mayo	274,081818	2
Junio	213,659091	1
Julio	347,463636	2
Agosto	214,309091	1
Setiembre	136,813636	1
Octubre	131,159091	1
Noviembre	365,786364	2
Diciembre	312,018182	2
Sumatoria		17

# Amenaza por deslizamiento

Variables	Parámetros	Nivel de Incidencia	Puntaje	Valor	Ponderador %	Índice
Deslizamientos en proceso o antecedentes de deslizamientos. Utilizar radio sugerido de 1500 m alrededor del proyecto. Consultar Mapas e informes de CNE y testimonio de vecinos.	Si	Muy Alto	5	1	30,0	0.3
	No	Muy bajo	1			
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20 - 24	Muy Alto	5	4	15,0	0.6
	15 - 19	Alto	4			
	10 - 14	Medio	3			
	5 - 9	Bajo	2			
	0 - 4	Muy Bajo	1			
Zonas sísmicas	IV	Muy Alto	5	4	15,0	0.6
	III	Alto	4			
	II	Medio	3			
Precipitación máxima en 24 horas, periodo de retorno de 50 años (mm de lluvia en 24 horas)	> 400 mm	Muy Alto	5	5	15,0	0.75
	300 - 400 mm	Alto	4			
	200 - 300 mm	Medio	3			
	100-200 mm	Bajo	2			
	<100 mm	Muy Bajo	1			
Clases de pendiente promedio de la ladera	> 35° Terrenos muy escarpados o con pendiente compleja en zonas montañosas	Muy Alto	5	3	12,5	0.375
	Entre 16° y 35° Terrenos moderadamente escarpados o acclinados.	Medio	3			
	Entre 8° y 16° Terrenos casi planos a inclinados o lomeríos suaves.	Bajo	2			
	< 8° Terrenos planos a casi planos	Muy Bajo	1			

Variables	Parámetros	Nivel de Incidencia	Puntaje	Valor	Ponderador %	Índice
Ubicación del sitio - Posición del área del proyecto respecto a la ladera , en metros	< 50	Muy Alto	5	3	12,5	0.375
	51 - 150	Medio	3			
	151 - 200	Muy Bajo	1			
<b>Índice total</b>						<b>3</b>

## Amenaza por inundación



La zona se ubica en el cauce de drenaje temporal del río o a menos de 100 metros; o cerca de convergencia de ríos; o sobre el lecho o terrazas del río (recientes o antiguas), llanuras de inundación de ríos, lagos o lagunas o zona de confluencia de ríos o quebradas ► **Aplicar la matriz de estimación de la amenaza.**

# Amenaza por inundación



**Vegetación predominante** La vegetación predominante será determinada por el tipo de flora del área en estudio. Las categorías que se utilizan son: bosque denso, bosque no denso, arbustiva, charral y suelo desnudo o herbáceo. Mientras menos cobertura vegetal densa exista en el área de la cuenca, mayor será el escurrimiento superficial y por ende los picos de crecidas.

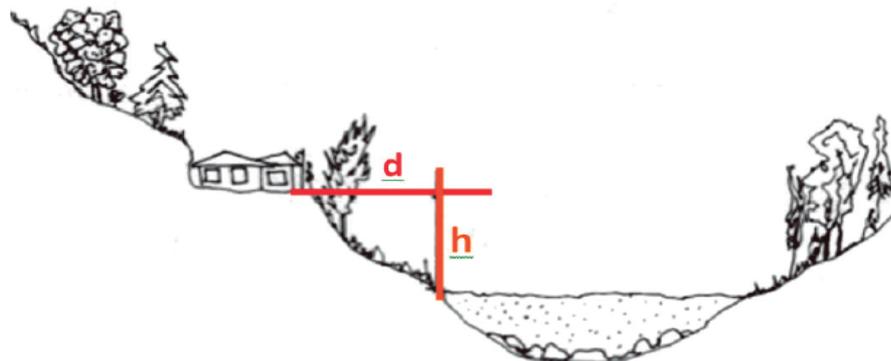
- **Bosque denso:** Bosque Cerrado o Denso: Árboles con sus copas traslapadas entre sí, generalmente la cubierta arbórea es entre 60 y 100%.
- **Bosque No Denso:** Cubierta arbórea inferior al porcentaje de cubierta arbórea del bosque denso.
- **Arbustos:** Individuos aislados o grupos de plantas y pequeños árboles no mayores de 2 m, pueden traslapar sus ramas o no, los arbustos presentan varios tallos o ramas que salen desde la raíz.
- **Charral o Pastos:** Herbazal, domina la vegetación herbácea terrestre (gramíneas, ciperáceas, algunos helechos y otras).
- **Suelo desnudo o herbáceo:** Áreas sin o con vegetación escasa: Domina el estrato abiótico (suelo desnudo), vegetación esparcida generalmente donde se acumulan nutrientes, o casi ausente.

# Amenaza por inundación

**Matriz de combinación 1. Pendiente promedio del terreno (%) con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos) - Inundación**

Pendiente % / Precipitación mm	Mayor a 500	400 a 500	200 a 400	200 a 300	Menor a 200
Menor a 8	5	5	4	4	3
8 a 15	5	4	3	3	2
15 a 30	3	3	2	1	1
30 a 60	2	2	1	1	1
Mayor a 60	1	1	1	1	1

**Figura 3. Esquema de medición de distancia y altura sobre cuerpos de agua**



d: Distancia horizontal medida hasta el borde del cauce del cuerpo de agua.  
h: Altura sobre el tirante de agua.

# Amenaza por inundación

**Cuadro 6. Matriz para Amenaza de Inundación**

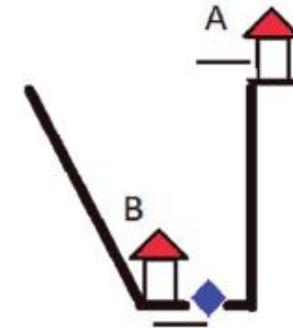
Variable	Parámetro	Nivel de incidencia	Puntaje	Valor	Ponderación %	Índice
Localización en zonas de amenaza con potencial de inundación	Si	Muy Alto	5		35,0	1.75
	No	Muy Bajo	1			
Pendiente promedio del terreno con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos en mm) (Matriz combinación 1)	Combinación de parámetros	Muy Alto	5		20,0	0.8
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20 - 24	Muy Alto	5		15,0	0.6
	15 - 19	Alto	4			
	10 - 14	Medio	3			
	5 - 9	Bajo	2			
	0 - 4	Muy Bajo	1			
Cobertura vegetal, Vegetación predominante.	Suelo desnudo o herbáceo	Muy Alto	5		10,0	0.2
	Charral	Alto	4			
	Arbustiva	Medio	3			
	Bosque no denso	Bajo	2			
	Bosque denso	Muy Bajo	1			
Distancia a cuerpos de agua y Altura sobre el tirante de agua (Matriz de combinación 2)	Combinación de parámetros	Muy Alto	5		20,0	0.8
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
<b>Índice total</b>						<b>4.15</b>

## Amenaza de alud torrencial

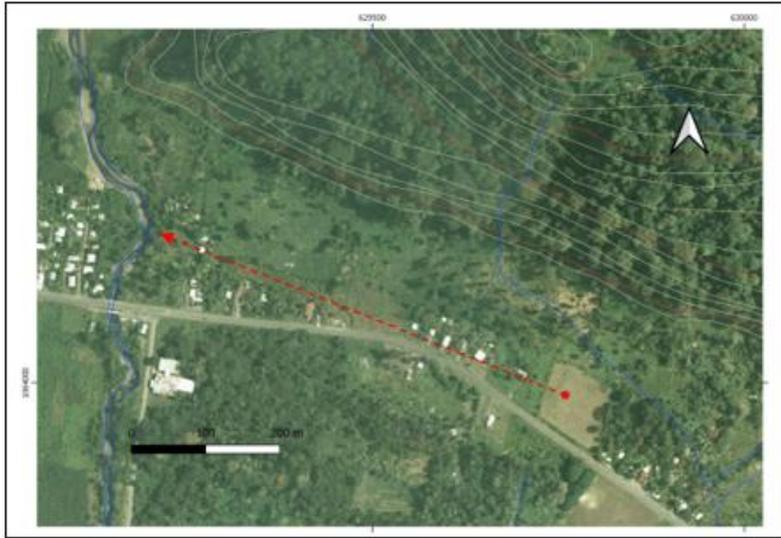
El proyecto se ubica dentro del valle aluvial en zonas montañosas, sobre el lecho o terrazas de río recientes o antiguas, en los primeros 5 km de los abanicos aluviales proximales y además existen eventos previos de alud torrencial en el entorno próximo (radio de 5 km) del proyecto ► **Aplicar matriz de estimación de la amenaza.**



Figura 5. Posición en el valle aluvial



# Amenaza de alud torrencial



Disparo por lluvia. Precipitación máxima en 24 horas, periodo de retorno de 50 años. En la zona alta de la cuenca.	> 400 mm	Muy Alto	5	25,0
	300 - 400 mm	Alto	4	
	200 - 300 mm	Medio	3	
	100-200 mm	Bajo	2	
	<100 mm	Muy Bajo	1	

# Amenaza de alud torrencial

**Cuadro 7. Matriz para Amenaza de Alud Torrencial**

Variable		Parámetro	Nivel de Incidencia	Puntuación	Valor	Ponderador (%)	Índice
Existencia de eventos previos de alud torrencial. Consultar Mapas e informes de CNE y testimonio de vecinos.		Si	Muy Alto	5		35,0	1,75
		No	Muy Bajo	1			
Posición del proyecto	a. Valle o cañones de río de montaña	Parte baja del valle o cañón de río	Muy Alto	5		25,0	0,20
		Fuera del valle aluvial	Muy Bajo	1			
	b. Abanico aluvial	Abanico aluvial	Alto	4			
Disparo por lluvia. Precipitación máxima en 24 horas, periodo de retorno de 50 años. En la zona alta de la cuenca.		> 400 mm	Muy Alto	5		25,0	1,25
		300 - 400 mm	Alto	4			
		200 - 300 mm	Medio	3			
		100-200 mm	Bajo	2			
		<100 mm	Muy Bajo	1			
Disparo por sismo. Zona Sísmica de la zona montañosa de donde proviene el/los cauces que pueden afectar el proyecto		IV	Muy Alto	5		15,0	0,6
		III	Alto	4			
		II	Medio	3			
<b>Índice total</b>							<b>3,80</b>

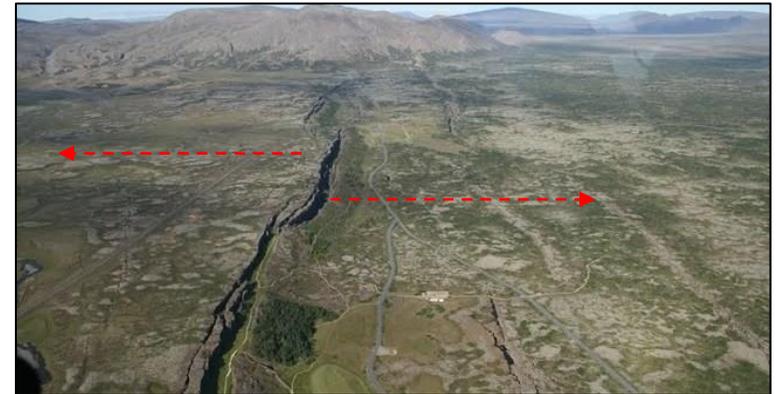
# Amenaza Sísmica



**Cuadro 16. Matriz para Amenaza Sísmica**

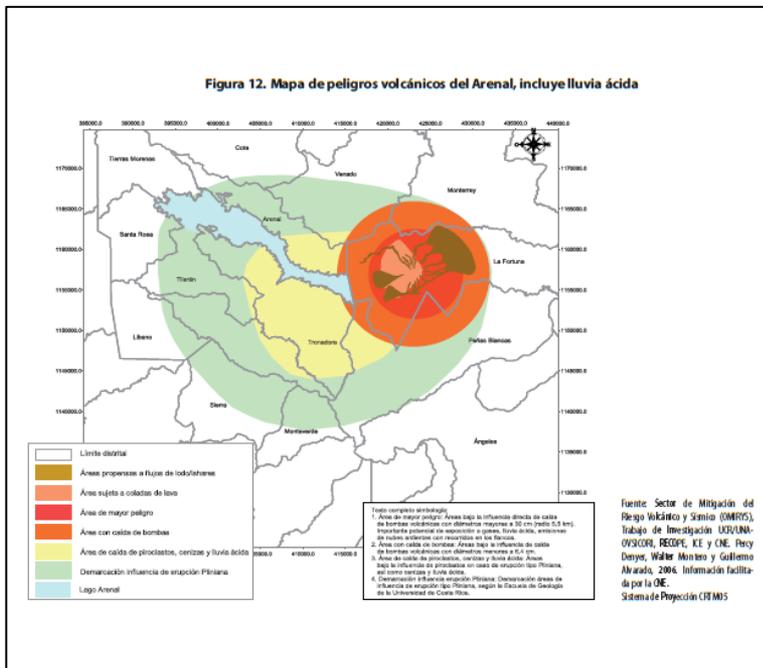
Variable	Parámetro	Nivel de Inidencia	Puntaje	Valor	Ponderador %	Índice
Zona sísmica y Tipos de sitio (Matriz Combinación 3)	Combinación de parámetros	Muy Alto	5		60,0	1,8
		Alto	4			
		Medio	3			
Distancia respecto al trazo de una falla local	Atravesado por falla	Muy Alto	5		20,0	0,20
	Menor a 25 m	Alto	4			
	25 - 50 m	Medio	3			
	50 - 100 m	Bajo	2			
Pendiente promedio y Zona sísmica (Matriz Combinación 4)	Combinación de parámetros	Muy Alto	5		20,0	0,20
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy bajo	1			
<b>Índice total</b>						<b>2,2</b>

Fuente: Elaboración Propia.

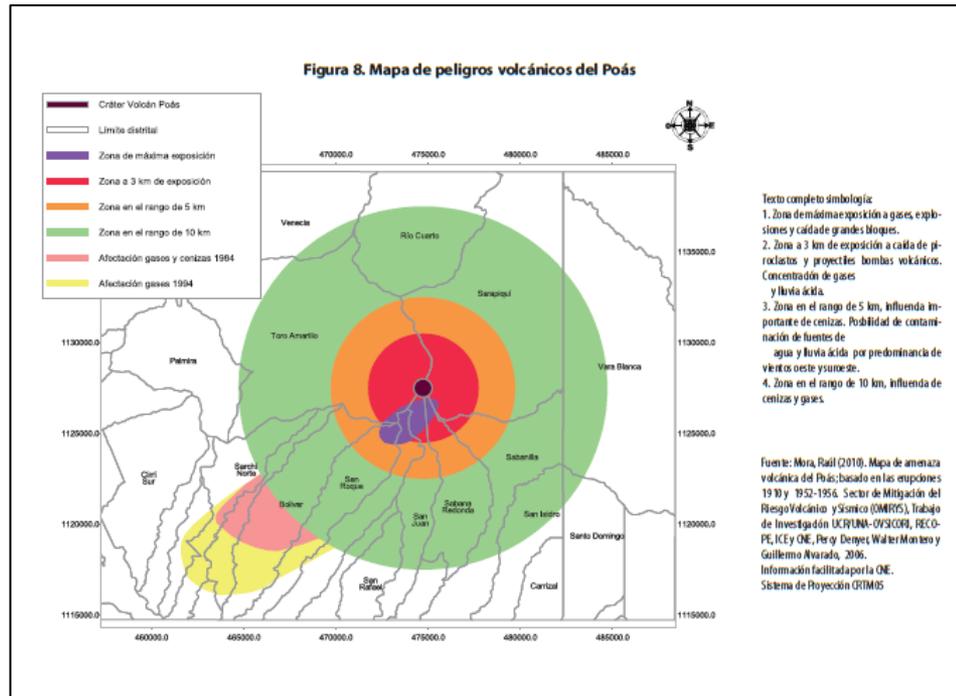


Fuente de imagen :  
<https://www.facebook.com/SismoMundial/photos/1170098106392351>

**Figura 12. Mapa de peligros volcánicos del Arenal, incluye lluvia ácida**



**Figura 8. Mapa de peligros volcánicos del Poás**



# Amenaza Volcánica



**Cuadro 15. Matriz para Amenaza Volcánica (volcanes activos)**

Variable	Parámetro Posición en mapa peligro volcánico	Nivel de incidencia	Puntaje	Valor	Ponderador %	Índice
Caída de Ceniza y piroclastos, actividad efusiva y flujos piroclásticos	Área con potencial muy alto de peligro	Muy Alto	5		75,0	
	Área con potencial alto de peligro	Alto	4			
	Área con potencial medio de peligro	Medio	3			
	Área con potencial bajo de peligro	Bajo	2			
	Proyecto ubicado dentro del radio de 20 km, pero fuera de las zonas de peligro volcánico	Muy Bajo	1			
Lluvia ácida	Lluvia ácida fuerte	Muy Alto	5		25,0	
	Lluvia ácida regular	Alto	4			
	Lluvia con acidez normal	Medio	3			
	Lluvia ácida baja	Bajo	2			
	Proyecto ubicado dentro del radio de 20 km, pero fuera de las zonas afectadas por lluvia ácida	Muy Bajo	1			
<b>Índice total</b>						

# Amenaza Tsunami



Variable	Parámetro	Nivel de Inundación	Puntaje	Valor	Ponderador %	Índice
Altura respecto de la Pleamar con Distancia de la Pleamar, en metros (Matriz Combinación 5)	Combinación de parámetros	Muy Alto	5		60,0	3.0
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
Ocurrencia de eventos anteriores	Si	Muy Alto	5		30,0	1.5
	No	Muy Bajo	1			
Presencia de manglares frente a la costa	Suelo desnudo, herbáceo, arbustivo o charral	Muy alto	5		10,0	0.4
	Bosque no denso	Alto	4			
	Bosque denso con ancho máximo de 100 m	Medio	3			
	Bosque denso con ancho máximo de 200 m	Bajo	2			
	Bosque denso con más de 200 m de ancho	Muy bajo	1			
<b>Índice total</b>						<b>4.9</b>

## Matrices de combinación (anexos)

**Matriz de combinación 1. Pendiente promedio del terreno (%) con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos) - Inundación**

Pendiente % / Precipitación mm	Mayor a 500	400 a 500	200 a 400	200 a 300	Menor a 200
Menor a 8	5	5	4	4	3
8 a 15	5	4	3	3	2
15 a 30	3	3	2	1	1
30 a 60	2	2	1	1	1
Mayor a 60	1	1	1	1	1

**Matriz de combinación 2.- Distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua- Inundación**

Distancia metros / Altura metros	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	Mayor a 8
Menor a 10	5	5	4	3	3
10 a 50	5	4	3	3	2
50 a 100	4	4	3	2	2
100 a 200	3	3	2	2	1
Mayor a 200	3	2	2	1	1

**Matriz de combinación 3. Tipos de sitio con Zonas Sísmicas – Sísmos**

Tipo de Sitio/Zonas	IV	III	II
S <sub>1</sub>	5	4	4
S <sub>2</sub>	5	4	3
S <sub>3</sub>	5	4	3
S <sub>4</sub>	5	3	3

**Matriz de combinación 4. Pendiente promedio (%) con zonas sísmicas – Sísmos**

Pendiente % / Zonas sísmicas	IV	III	II
Mayor a 70 %	5	5	4
30 a 70 %	5	5	4
15 a 30 %	4	4	3
7 a 15 %	3	2	2
0 a 7%	1	1	1

**Matriz de combinación 5: Altura respecto la pleamar (m) con Distancia de la pleamar (m). – Tsunami**

Altura m / Distancia Metros	Menor a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	Mayor a 2500
Menor a 5	5	5	5	5	4
5 a 10	5	5	5	4	3
10 a 15	5	4	4	3	2
15 a 20	4	3	3	2	2
Mayor a 20	3	2	2	1	1

**Cuadro 1. Escala de Valoración del Índice de Amenaza**

Nivel de amenaza	Índice de amenaza
Muy alto	4,01 - 5,00
Alto	3,01 - 4,00
Medio	2,01 - 3,00
Bajo	1,01 - 2,00
Muy bajo	Igual a 1



Para efectos de los resultados de este estudio la valoración y ponderación final de las amenazas fue la siguiente:

- Deslizamiento: 3 (amenaza media)
- Inundación: 4.15 (amenaza muy alta)
- Alud torrencial: 4.06 (amenaza alta)
- Amenaza Sísmica: 3.4 (amenaza alta)

# Resultados



**Nivel de amenaza Muy Alto:** Para la ejecución de un proyecto de infraestructura física, realizado el análisis y obtenida una calificación de amenaza igual a 5, las recomendaciones son:

- Optar por prescindir del área escogida y seleccionar otro emplazamiento,
- Sólo si se hace estratégica la localización del proyecto en el sitio analizado, realizar primero una profundización de los estudios geotécnicos, hidrológicos, climáticos, etc., y posteriormente una comparación de costos y beneficios del proyecto con aquellos asociados a emplazamientos alternativos, tomando en cuenta la necesidad, costo y dimensiones de las obras de reducción de riesgos necesarias.

**Nivel de amenaza Alto:** La consideración de la ejecución de un proyecto de infraestructura física en un emplazamiento con estas condiciones de amenaza, deberá tener en cuenta la realización de las obras necesarias de reducción de los riesgos asociados a las amenazas identificadas.

**Nivel de amenaza Medio:** Para este nivel de amenaza, la comparación entre alternativas está determinada por la mayor viabilidad técnica, financiera y funcional que pueden alcanzarse en los proyectos con relación a la ubicación de su emplazamiento. Lo anterior considerando que:

- Las amenazas analizadas no representan una limitante principal
- En la mayoría de los proyectos, las previsiones asociadas a la reducción de riesgos no significan aumentos de costos significativos

**Nivel de amenaza Bajo:** La viabilidad técnica, financiera y funcional, desde la perspectiva del manejo del riesgo implícito asociado al tipo de amenazas preexistentes, podría estar asegurada con un mínimo de inversiones adicionales orientada a la reducción de los riesgos por amenazas preexistentes.

**Nivel de amenaza Muy Bajo:** La viabilidad técnica, financiera y funcional, desde la perspectiva de amenazas naturales específicas con este nivel de incidencia, debiera estar asegurada sin necesidad de inversiones adicionales.

## Conclusiones sobre la aplicación de la Metodología de análisis de amenazas naturales: MIDEPLAN (2014), en la monumentación geodésica del Instituto Geográfico Nacional

Se aplican sin dificultad a la monumentación geodésica (futura y existente) así como a redes activas y pasivas.

Permite caracterizar, evaluar y determinar el grado de estabilidad local y regional de cada monumentación en el tiempo, así como las posibles medidas preventivas ante el contexto geográfico y geodinámica preponderante

Coadyuva con una mejor valoración sobre la permanencia física de las monumentaciones existentes o a construir/colocar en el tiempo y por lo tanto con un aseguramiento de la inversión pública de los recursos asociados.



**Por su atención  
Muchas  
Gracias!!!**