

“AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS Y RECURSOS ECONÓMICOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD Y ESCENARIOS DE AFECTACIÓN A NIVEL DE DETALLE PARA LAS ÁREAS URBANAS DE LOS MUNICIPIOS DE **EL DOVIO, OBANDO, PRADERA, TORO, ULLOA Y ZARZAL** EN EL VALLE DEL CAUCA ”

**Financiación:**

**Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC**

**Ejecución:**

**Observatorio Sismológico y Geofísico – Universidad del Valle**

**Supervisión:**

**Ingeniera YUNCELY BASTIDAS CVC**

**Santiago de Cali, 19 de mayo de 2020**

# CONVENIO INTERADMINISTRATIVO N° 070 DE 2018 CVC – UNIVERSIDAD DEL VALLE

## RESULTADOS

# MUNICIPIO DE OBANDO

## ESTUDIOS DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y ESCENARIOS DE AFECTACIÓN

Santiago de Cali, 19 de mayo de 2020

N°	DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	N° DIAPOSITIVAS	TIEMPO/ MINUTOS	PROFESIONAL ENCARGADO
1	Presentación y contextualización del Convenio CVC- Univalle	10		Yuncely Bastidas
2	Presentación proyecto y equipo de trabajo	11	10	Elkin Salcedo
3	Conceptualización y escala de trabajo			
4	Limite Urbano y Topografía	5	10	Jhon Jairo Barona
5	Geología y Geomorfología	11	15	Sandra Bedoya
6	Historicidad	6	10	Karen Sánchez
7	Amenaza Inundación	7	20	Cesar Andrés Vivas
8	Amenaza Movimiento en masa	21	20	Jhonalberth Palacios
9	Metodología Vulnerabilidad	9	10	Nathalie García
10	Resultados Vulnerabilidad	16	30	Karen Sánchez
11	Afectación y cálculo de Pérdidas	11		
12	Zonas de Afectación alta mitigable y no mitigable	4	8	Jorge Vélez
13	Recomendaciones	1		

# OBJETIVOS GENERAL

Realizar estudio de zonificación de amenaza, vulnerabilidad y escenarios de afectación ante inundación y movimiento en masa a nivel de detalle para el área urbana del **municipio de Obando** pertenecientes al Departamento del Valle del Cauca.

# ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO

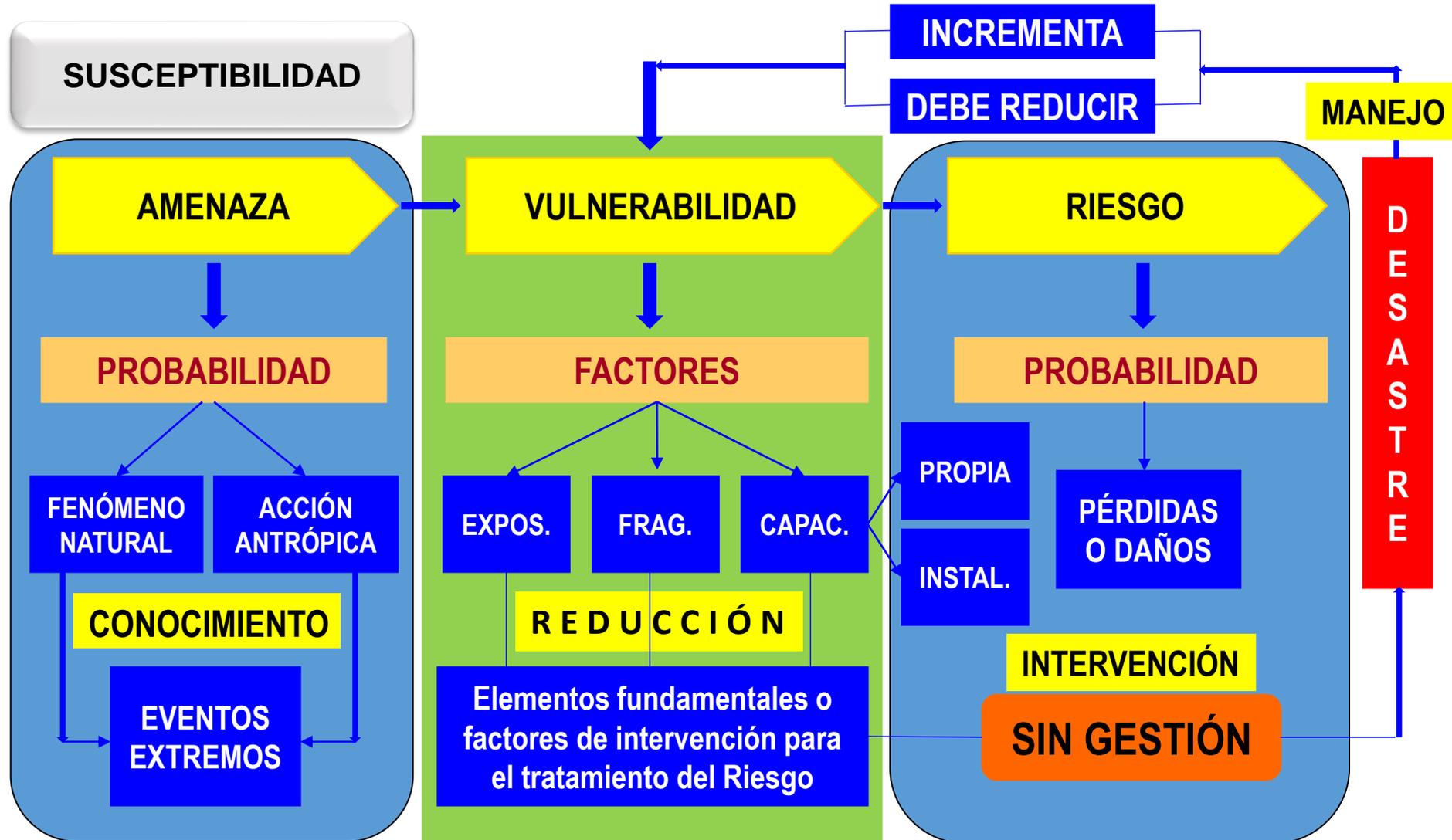


- ***Gestión del riesgo***

Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el **conocimiento del riesgo**, la **reducción del riesgo** y el **manejo de desastres**, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción.

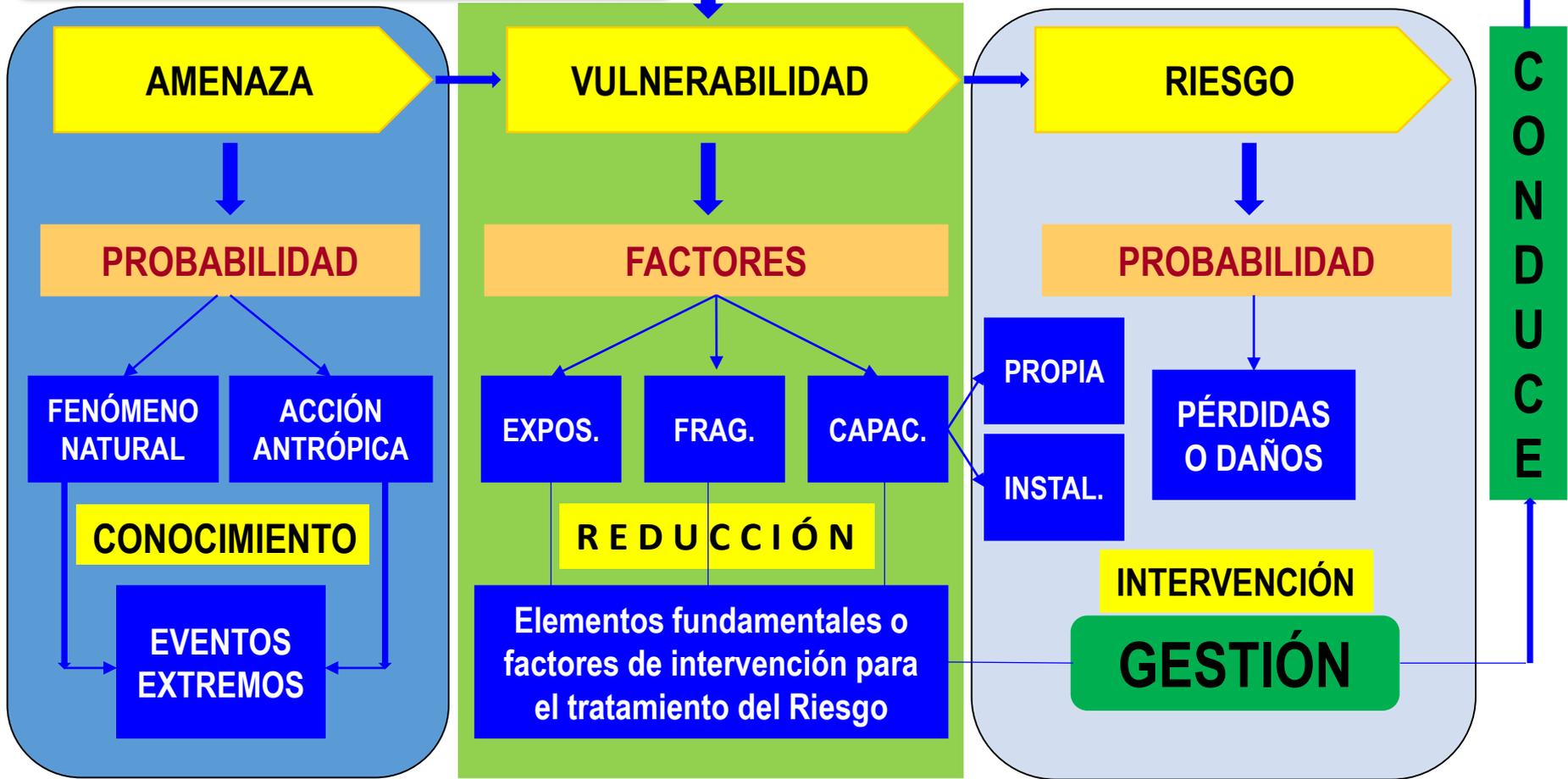
**Contribuir a la Seguridad, el Bienestar, la Calidad de vida de las personas y al Desarrollo Sostenible.**

*De acuerdo con la Ley 1523 de 2012*



*De acuerdo con la Ley 1523 de 2012*

Contribuir a la Seguridad, el Bienestar, la Calidad de vida de las personas y al Desarrollo Sostenible

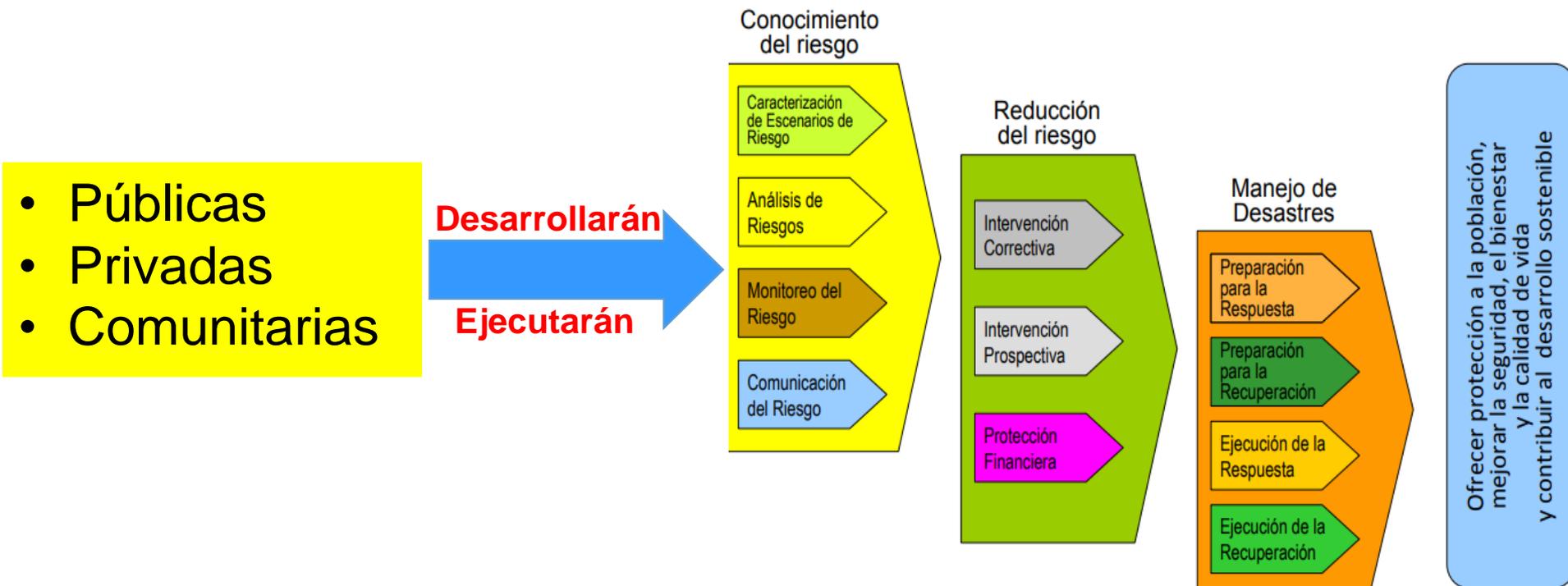


# RESPONSABILIDAD

De acuerdo a La Ley 1523 de 2012

## LOS ACTORES:

Artículos 2, 8 y 15, son la entidades:



Los habitantes del territorio nacional, corresponsables de la gestión del riesgo, actuarán con precaución, solidaridad, autoprotección, tanto en lo personal como en lo de sus bienes, y acatarán lo dispuesto por las autoridades.

**Art. 2. Estudios técnicos** para la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial. Teniendo en cuenta el principio de gradualidad de que trata la Ley 1523 de 2012, se deben realizar los estudios básicos para la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial o la expedición de nuevos planes y en su ejecución se deben realizar los estudios detallados.

*De acuerdo al Decreto 1807 de 2014*

**Artículo 5.** *Escala de trabajo.* De conformidad con. Las clases de suelo establecidas en la Ley 388 de 1997, los estudios se elaboran, como mínimo, en las siguientes escalas:

TIPO DE ESTUDIO	CLASE DE SUELO	ESCALA
<b>Estudio Básico</b>	Urbano	1 :5.000
	Expansión Urbana	1 :5.000
	Rural	1 :25.000
<b>Estudio Detallado</b>	<b>Urbano</b>	<b>1 :2.000</b>
	Expansión Urbana	1 :2.000
	Rural Suburbano	1 :5.000

# TIPOS DE ESTUDIOS EN LOS MUNICIPIOS DEL CONVENIO N°070 DE 2019

MUNICIPIO	TIPO DE EVENTO A ESTUDIAR			ESTUDIO AMENAZA	ESTUDIO VULNERABILIDAD Y AFECTACIÓN	Área de Estudio (Ha)
	MM	IND	AV			
El Dovio	Si	Si	No	Si	Si	78,82
<b>Obando</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>73</b>
Pradera	No	No	Si	No	Si	22,45
Toro	Si	Si	No	Si	Si	133,67
Ulloa	Si	No	No	Si	Si	42
Zarzal	Si	Si	No	Si	Si	390,28
<b>TOTAL ÁREA</b>						<b>740,22</b>

# LÍMITE URBANO

OBANDO	
AREA CONTRACTUAL (Ha)	AREA URBANA LEGAL (Ha)
70	72.95 * Perímetro Actualización EOT 2015

## CONVENCIONES



Perímetro Actualización EOT 2015



1122000

1122500

1123000

998500

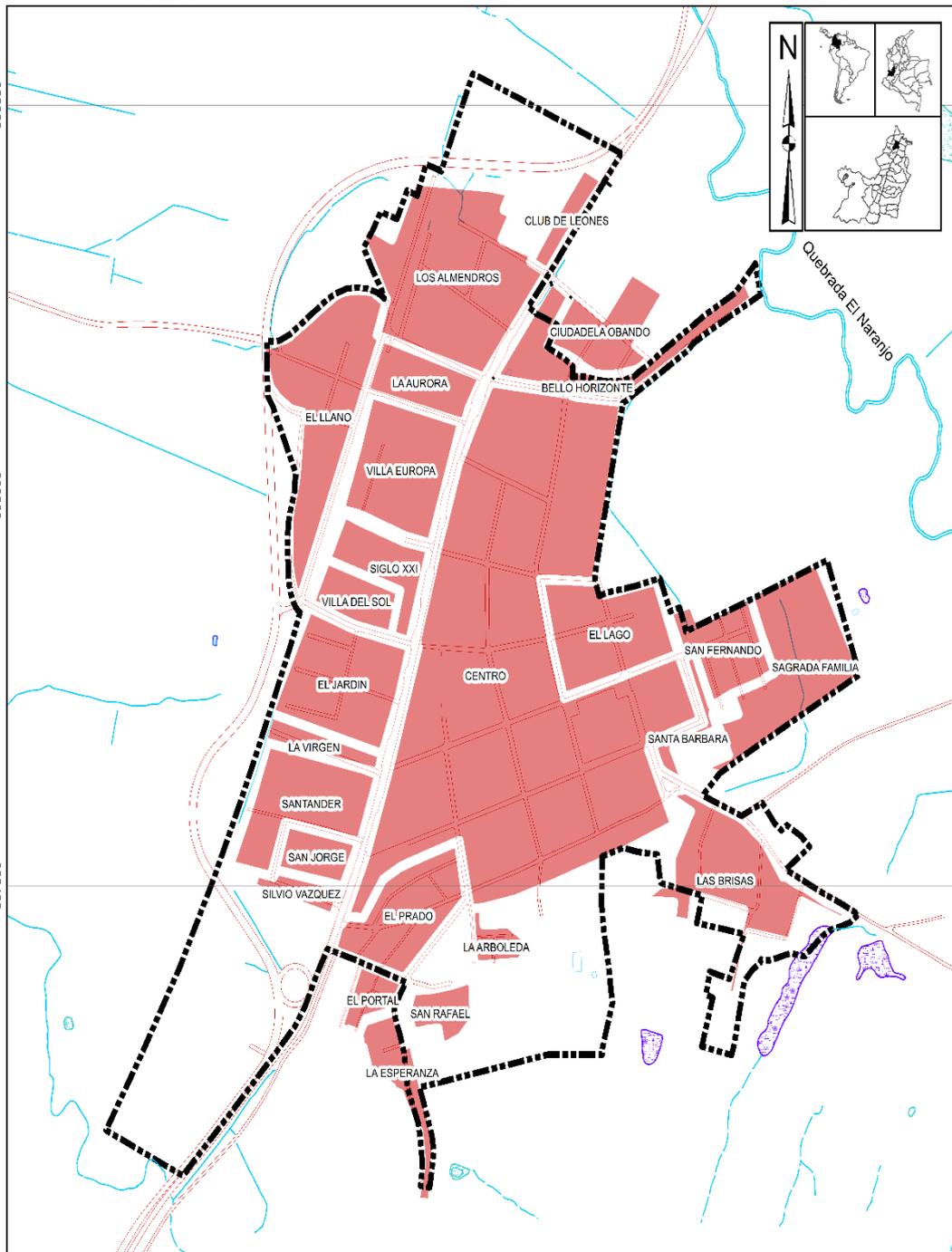
998500

998000

998000

997500

997500



# MAPA DIVISIÓN POLÍTICA URBANA

El municipio no cuenta con una división por barrios, por lo tanto esta se realizó con la ayuda de funcionario Homero Bedoya de la Secretaria de Planeación y con el trabajo de Campo realizado por la Geóloga Sandra Bedoya del equipo técnico del proyecto.

# LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

# LEVANTAMIENTOS BATIMÉTRICOS



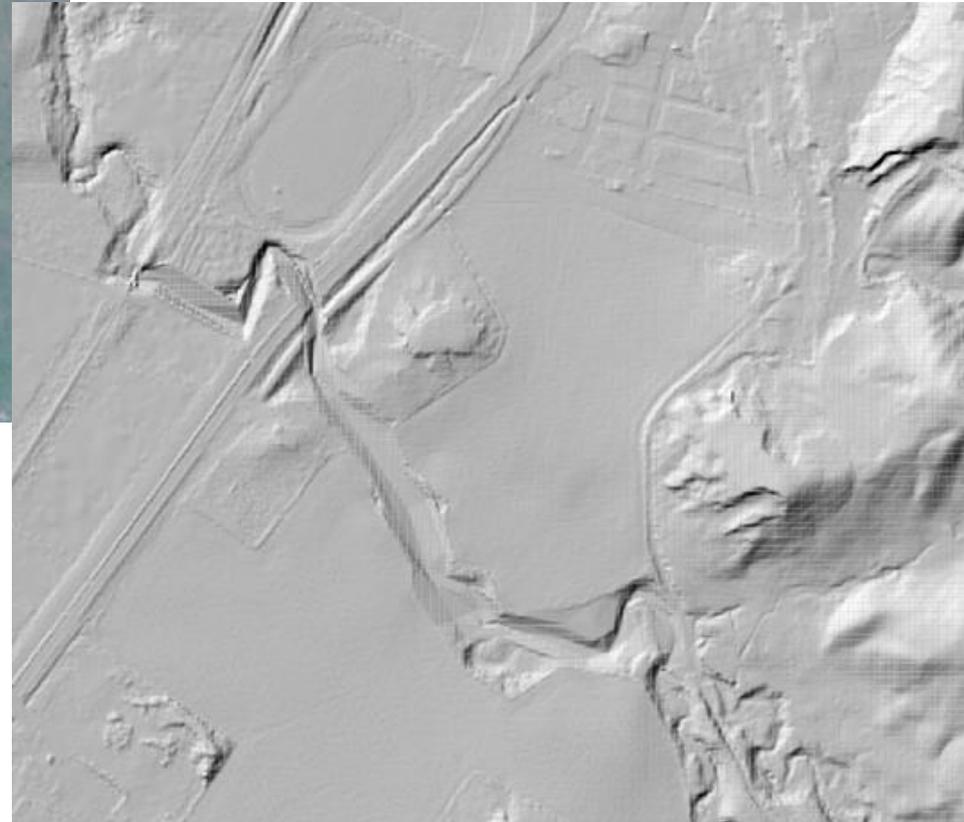
BATIMETRÍA	LONGITUD (m)
Quebrada Los Naranjos	186,03



# LEVANTAMIENTOS BATIMÉTRICOS



BATIMETRÍA	LONGITUD (m)
Quebrada Las Jaguas	747,96



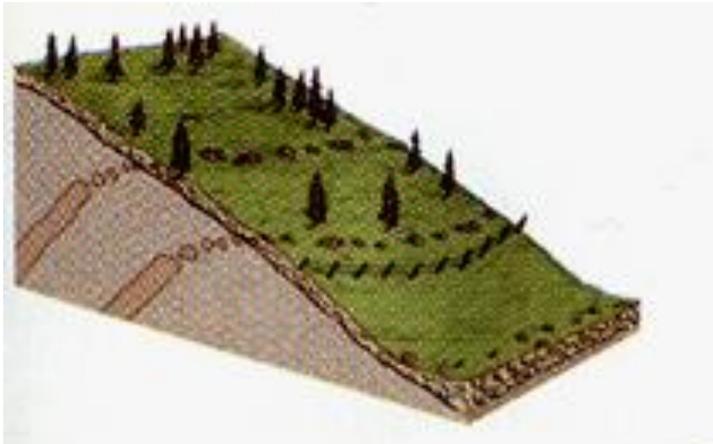
# REGISTRO DEL TRABAJO DE CAMPO



# GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

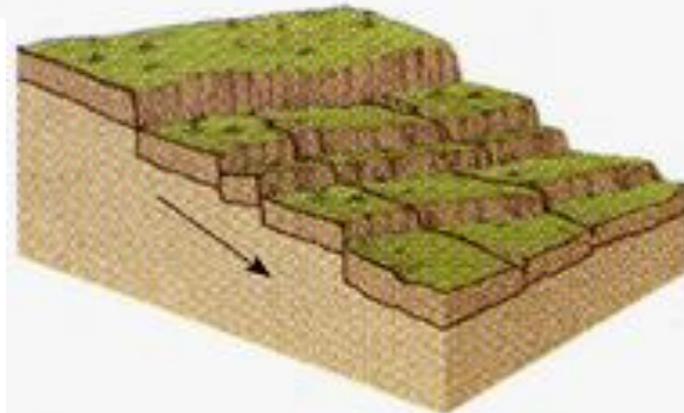
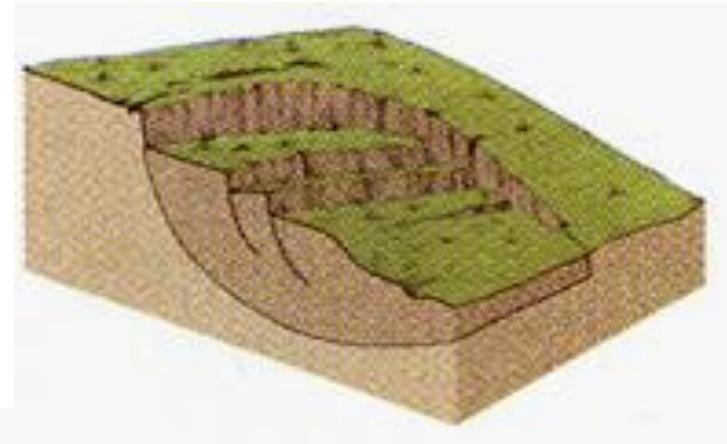
- ***Movimientos en masa***

Todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad. Los cuales equivale a definiciones como procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, deslizamientos o fallas de taludes y laderas (SGC, 2016 pag 19). Se clasifican en:



**Reptación**

**Deslizamiento  
Rotacional**



**Deslizamiento  
Traslacional**

# MOVIMIENTOS EN MASA (Desplazamiento del terreno)

Barrio Las Brisas se encuentra localizado al Este del área urbana. En su parte alta donde está ubicado Acuavalle se evidencia movimiento en masa del tipo reptación, se detalla fisura sobre pavimento, la inclinación de la portada de ingreso a las instalaciones y árboles que se inclinan en dirección opuesta a la pendiente, luminarias inclinadas por el movimiento del terreno, muros fracturados, tanques de agua fisurados, etc, también la afectación se da sobre las viviendas alrededor de Acuavalle.

## Barrio Las Brisas Parte Alta

Se observa movimiento lento (reptación) en la zona, árboles que inclinan su tronco en la dirección opuesta a la pendiente



# MOVIMIENTOS EN MASA (Desplazamiento del terreno)



Las personas del sector manifiestan tener extrema humedad en sus casas, lo cual es verificado, se encontraron filtraciones de agua a los alrededores de las instalaciones de Acuavalle y de sus tanques, situación que puede aportar al movimiento en masa del sector



# MOVIMIENTOS EN MASA (Desplazamiento del terreno)



Humedad  
excesiva en  
todas las casa  
del bario



Una de las muchas evidencias del movimiento en masa en el Barrio las Brisas se observó en el Colegio José Hilario López que se encuentra en desuso por su mal estado

Las viviendas ubicadas sobre la Calle 1 Sur (al Sur-Este) que presentan agrietamientos y hundimiento en pisos, etc.

## BARRIO LAS BRISAS

Se evidenció que El Barrio Las Brisas tiene una afectación crítica por movimientos en masa lentos (hasta el momento considerados del tipo reptación), causados por diversos factores que se pueden numerar así:

- Disposición de estratos que buzan a favor de la pendiente (Fm La Paila o Zarzal).
- Litología: Tobas Caliche o sedimentos poco consolidados o de comportamiento frágil (Limos, arenas, diatomitas) o depósitos conglomeráticos poco consolidados. Esto se comprobará con las perforaciones.
- Filtración de Agua de los tanques e instalaciones de Acuavalle.
- Depósitos de relleno antrópico en algunos sectores del barrio.
- Método constructivo de las viviendas.
- La necesidad de realizar el estudio de zonificación de amenazas por movimientos en masa para el municipio de Obando es evidente.

- ***Inundación***

Es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua como resultado de la acumulación de agua causada por intensas lluvias o continuas sobre áreas planas o llanuras de inundación que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces se desbordan e inundan las llanuras de inundación o los terrenos aledaños a los cursos de agua.

## **Inundaciones Fluviales por desbordamientos de los ríos**



## **Inundaciones Pluviales por precipitaciones in situ**



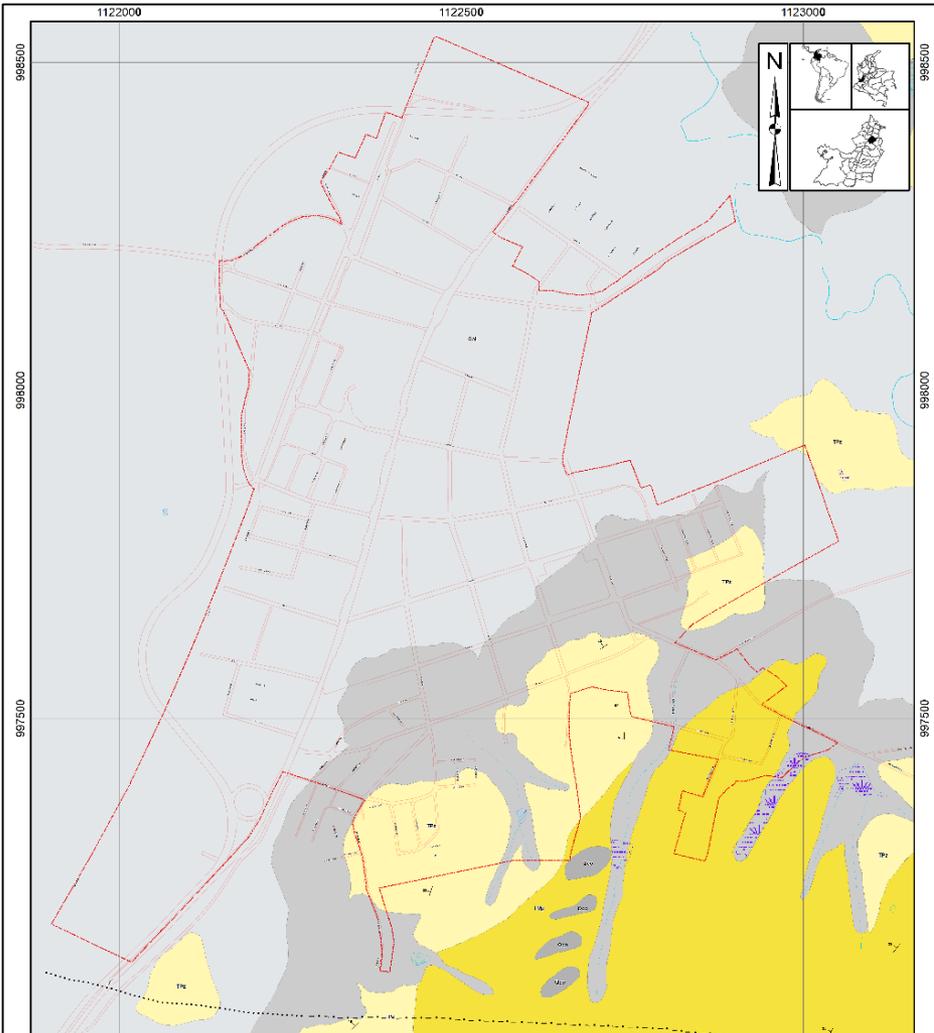
# INUNDACIONES



Históricamente la quebrada Naranjos (conocida por la comunidad como río Obando) ha afectado por inundaciones al área urbana en su parte Nor-oriental, por este motivo CVC construyó un jarillón de protección que al momento se encuentra en buen estado; sin embargo, se debe tener en cuenta que algunos sectores presentan nidos de hormigas arrieras, árboles y arbustos creciendo sobre el jarillón, además se le está dando un uso de ganadería y agricultura a la zona húmeda del mismo.

Las condiciones anteriormente mencionadas deben ser corregidas con el fin de minimizar el deterioro del jarillón y por ende la posibilidad de que la quebrada lo corte o rompa por estos puntos de debilidad.

- Se recomienda realizar mantenimiento al jarillón de protección de la quebrada El Naranjo, retirando los árboles que están creciendo del lado húmedo y seco del jarillón, ya que las raíces pueden generar zonas de debilidad en el mismo, adicionalmente se debe realizar un control de arrieras, estas fueron observadas en diferentes puntos del jarillón.
- Se debe restringir la construcción de viviendas nuevas en el barrio las Brisas, debido a los problemas de inestabilidad y humedades en el barrio.
- Al realizar reubicación de personas, se deben demoler las casas o lugares donde habitaban estas personas, para que no vuelvan a ser habitados.
- Se debe realizar una campaña junto con los habitantes de municipio para el control de la hormiga arriera en el área urbana, ya que fueron encontradas en diversos lugares, incluido en el área de los tanques de Acuavalle.



## CONVENCIONES

-  Qal - Depósitos Aluviales  
Llanuras aluviales consistentes en arenas limos y arcillas no consolidados.
-  Qca - Conos, Abanicos,  
consistentes en gravas, arenas y limos no consolidados.
-  Qco - Depósitos Coluviales y Depositos de Talud
-  TPz - Formación Zarzal  
(Plioceno) Depósitos de arenas tobáceas, diatomitas, arcillas y gravas.
-  Tmp - Formación La Paila (Plioceno)  
Depósitos de areniscas, conglomerados polimícticos y tobas dacíticas.
-  Contacto Inferido de Formaciones Geológicas Superficiales
-  Estratificación Inclinada
-  Lineamiento Cubierto
-  Lineamiento

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL  
DEL VALLE DEL CAUCA  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO  
DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO



UNIVERSIDAD DEL VALLE

CONVENIO 070 DE 2018



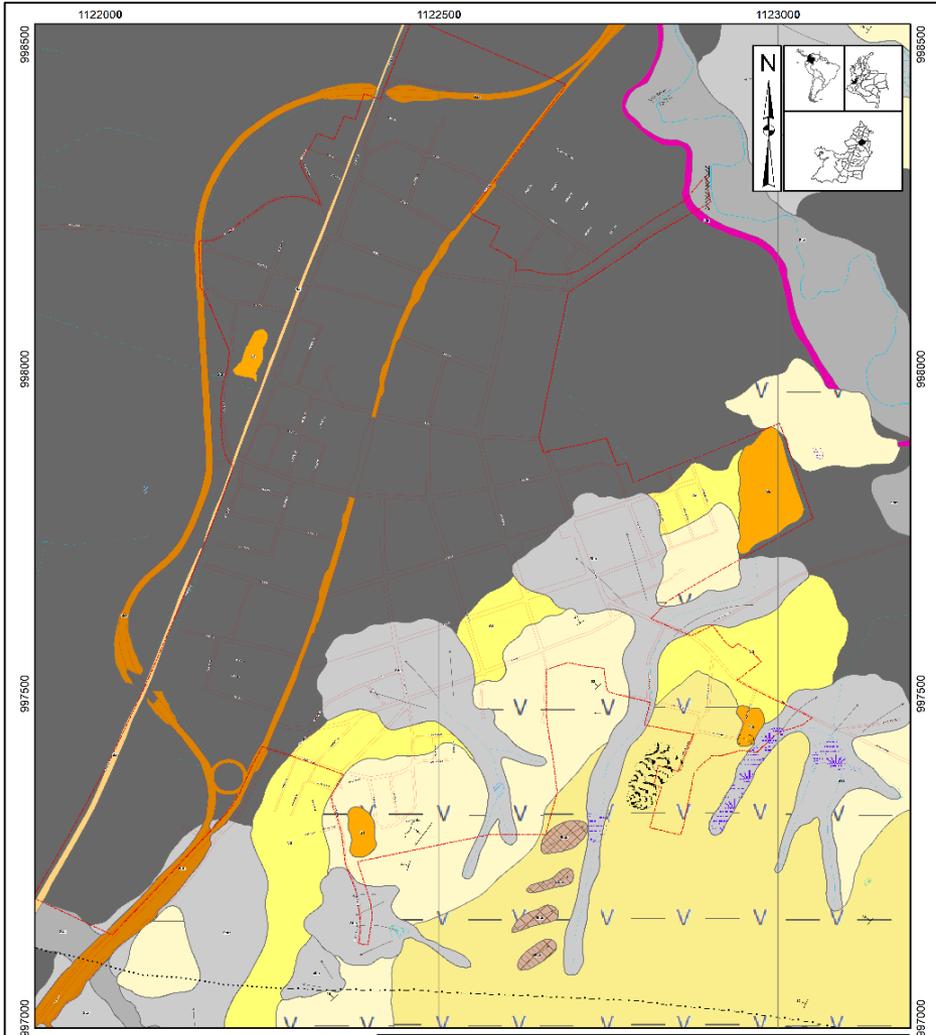
MAPA GEOLÓGICO  
MUNICIPIO DE OBANDO  
ZONA URBANA

Unidades Geológicas		CONVENCIONES	
 Qal	Depósitos aluviales	 Qca	Conos y abanicos
 Qco	Depósitos coluviales y de talud	 TPz	Formación Zarzal
 Tmp	Formación La Paila		Contacto inferido de formaciones geológicas superficiales
	Estratificación inclinada		Lineamiento cubierto
	Lineamiento		Lineamiento

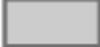
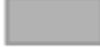
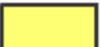
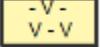
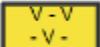
Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35'46" 32 Norte  
Longitud origen: 77° 04'39" 03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
Cartografía básica:  
IGAC - CVC  
Escala de trabajo: 1:2000



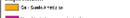
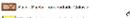
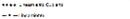
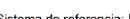
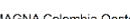
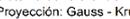
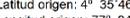


## CONVENCIONES

-  Sa - Suelo Antrópico
-  Saj - Suelo Antrópico de Jarillon
-  Sar - Suelo Antrópico de Roca
-  Sas - Suelo Antrópico Seleccionado
-  Sta - Suelo Transportado Aluvial
-  Star - Suelo Transportado Aluvial Reciente
-  Stat - Suelo Transportado Aluvial de Terrazas
-  Stco - Suelo Transportado Coluvial
-  Stl - Suelo Transportado de Ladera
-  Rbvs - Roca Blanda Volcano Sedimentario
-  Rivs - Roca Intermedia Volcano Sedimentario
-  ●●●● Lineamiento Cubierto
-  - ■ - Lineamiento
-  Muro de Contención

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL  
DEL VALLE DEL CAUCA  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO  
DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

### CONVENCIONES

Unidades Geológicas	Características	Características	Características
 Sa	Suelo Antrópico	 Saj	Suelo Antrópico de Jarillon
 Sar	Suelo Antrópico de Roca	 Sas	Suelo Antrópico Seleccionado
 Sta	Suelo Transportado Aluvial	 Star	Suelo Transportado Aluvial Reciente
 Stat	Suelo Transportado Aluvial de Terrazas	 Stco	Suelo Transportado Coluvial
 Stl	Suelo Transportado de Ladera	 Rbvs	Roca Blanda Volcano Sedimentario
 Rivs	Roca Intermedia Volcano Sedimentario	 ●●●●	Lineamiento Cubierto
 - ■ -	Lineamiento	 Muro de Contención	Muro de Contención



CONVENIO 070 DE 2018



MAPA DE FORMACIONES  
GEOLOGICAS SUPERFICIALES  
MUNICIPIO DE OBANDO  
ZONA URBANA

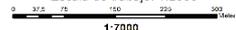
Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35'46".32 Norte  
Longitud origen: 77° 04'39".03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN

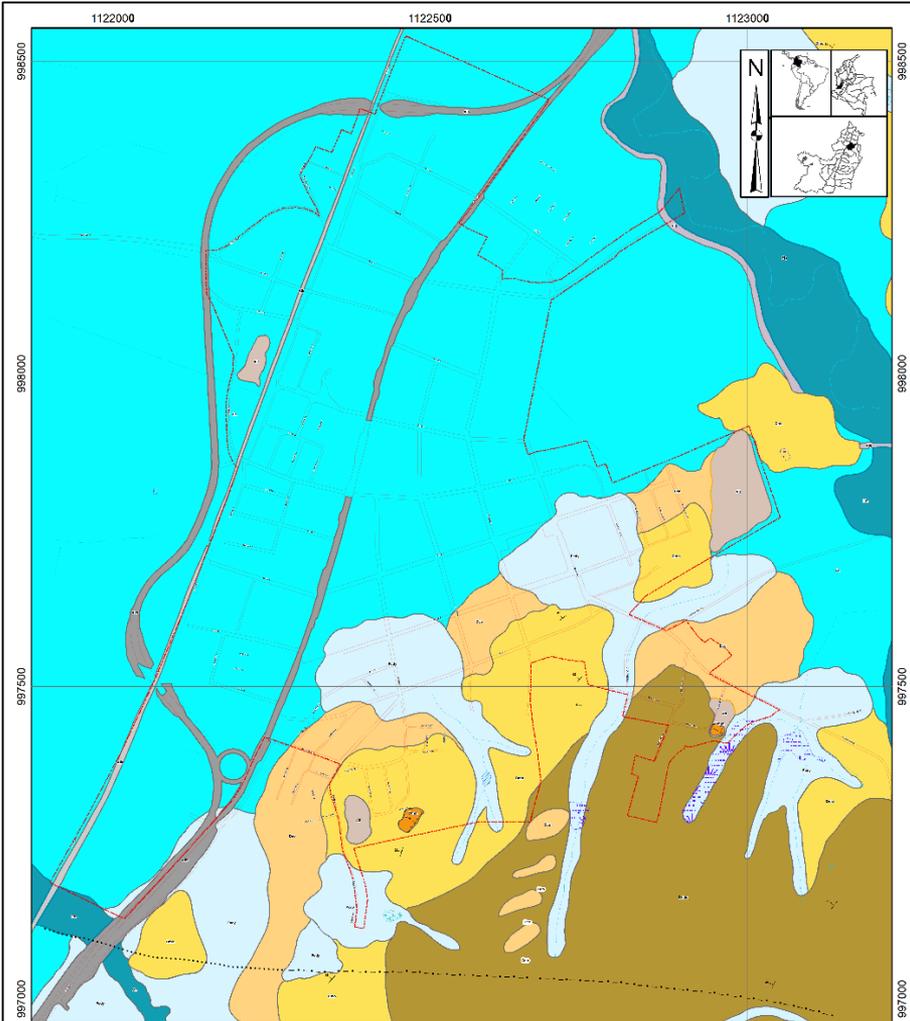
Cartografía básica:

IGAC - CVC

Escala de trabajo: 1:2000



1:7000



## CONVENCIONES

-  All - Llenos Mixtos
-  Allj - Llenos de Jarillon
-  Allr - Llenos de Roca
-  Alls - Llenos Seleccionado
-  Dco - Depósitos Coluvial o de Ladera
-  Dmm - Depósitos de Movimientos en Masa
-  Dmo - Montículos y Ondulaciones Denudacionales
-  Drles - Lomo Residual
-  Fa - Deposito Aluvial
-  Fcdy - Conos de Deyección
-  Fta - Depósitos de Terraza Aluvial
-  Lineamiento Cubierto
-  Lineamiento

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL  
DEL VALLE DEL CAUCA  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO  
DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
UNIVERSIDAD DEL VALLE



CONVENIO 070 DE 2018



MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS  
MUNICIPIO DE OBANDO  
ZONA URBANA

CONVENCIONES	
 Fa - Deposito Aluvial	 Fta - Depósitos de Terraza Aluvial
 Fcdy - Conos de Deyección	 Fcdy - Conos de Deyección
 Dmo - Montículos y Ondulaciones Denudacionales	 Dmo - Montículos y Ondulaciones Denudacionales
 Dmm - Depósitos de Movimientos en Masa	 Dmm - Depósitos de Movimientos en Masa
 Dco - Depósitos Coluvial o de Ladera	 Dco - Depósitos Coluvial o de Ladera
 Drles - Lomo Residual	 Drles - Lomo Residual
 Alls - Llenos Seleccionado	 Alls - Llenos Seleccionado
 Allr - Llenos de Roca	 Allr - Llenos de Roca
 Allj - Llenos de Jarillon	 Allj - Llenos de Jarillon
 All - Llenos Mixtos	 All - Llenos Mixtos
 Lineamiento Cubierto	 Lineamiento Cubierto
 Lineamiento	 Lineamiento

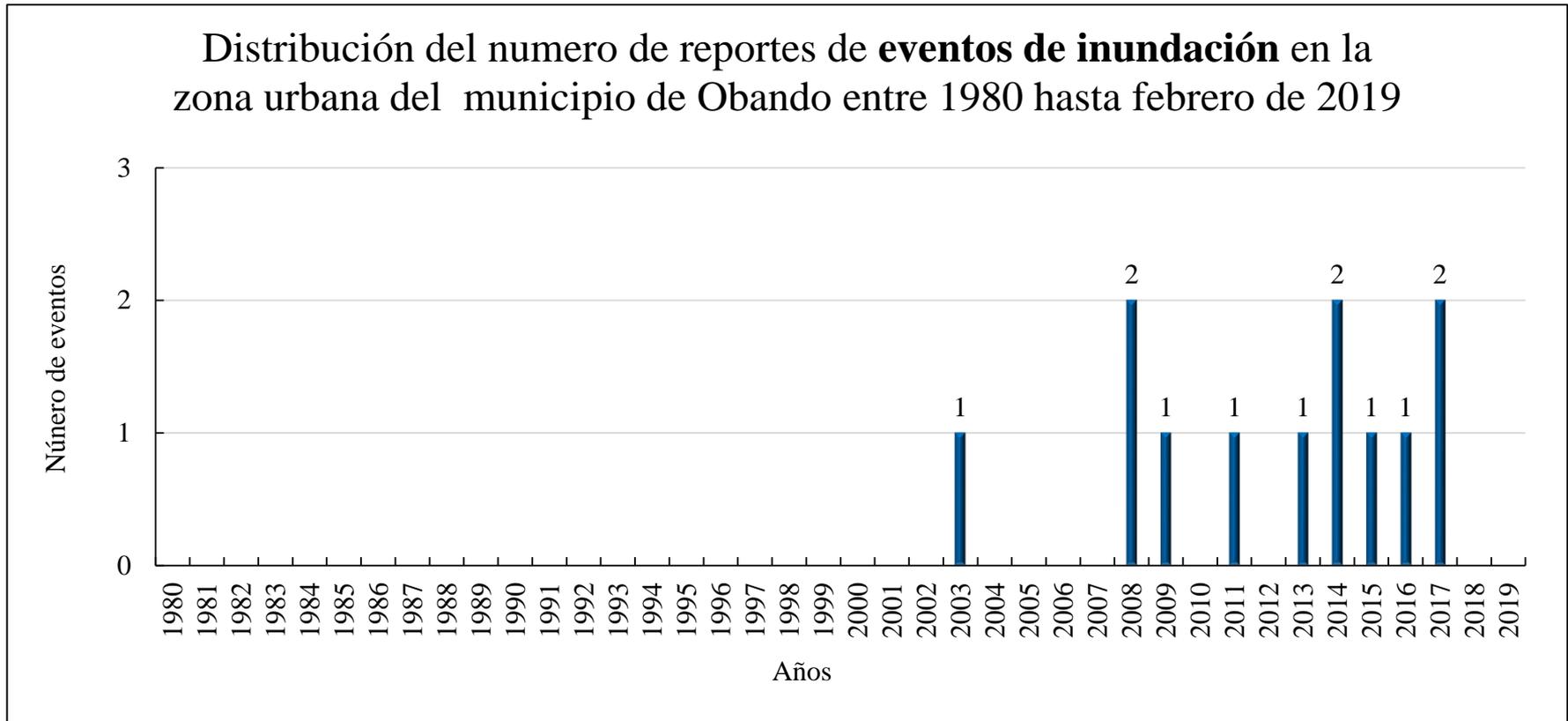
Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35' 46" 32 Norte  
Longitud origen: 77° 04' 39" 03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
Cartografía básica:  
IGAC - CVC  
Escala de trabajo: 1:2000



# HISTORICIDAD DE EVENTOS POR INUNDACIÓN Y MOVIMIENTO EN MASA

# REPORTES HISTÓRICOS 1980-2019 (Eventos de Inundación)

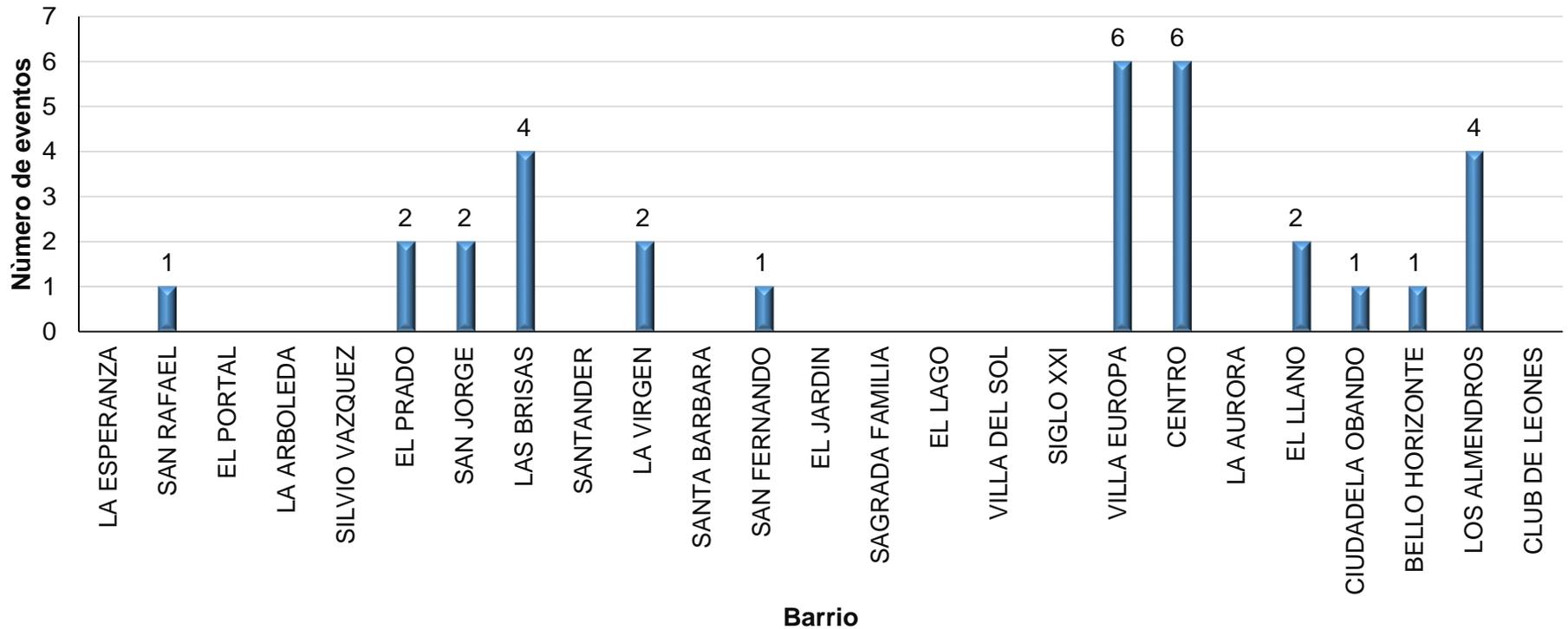


La información recolectada en archivo central de Obando en Oficina de Gestión del Riesgo está desde el 2005 - temporada invernal y 2017.

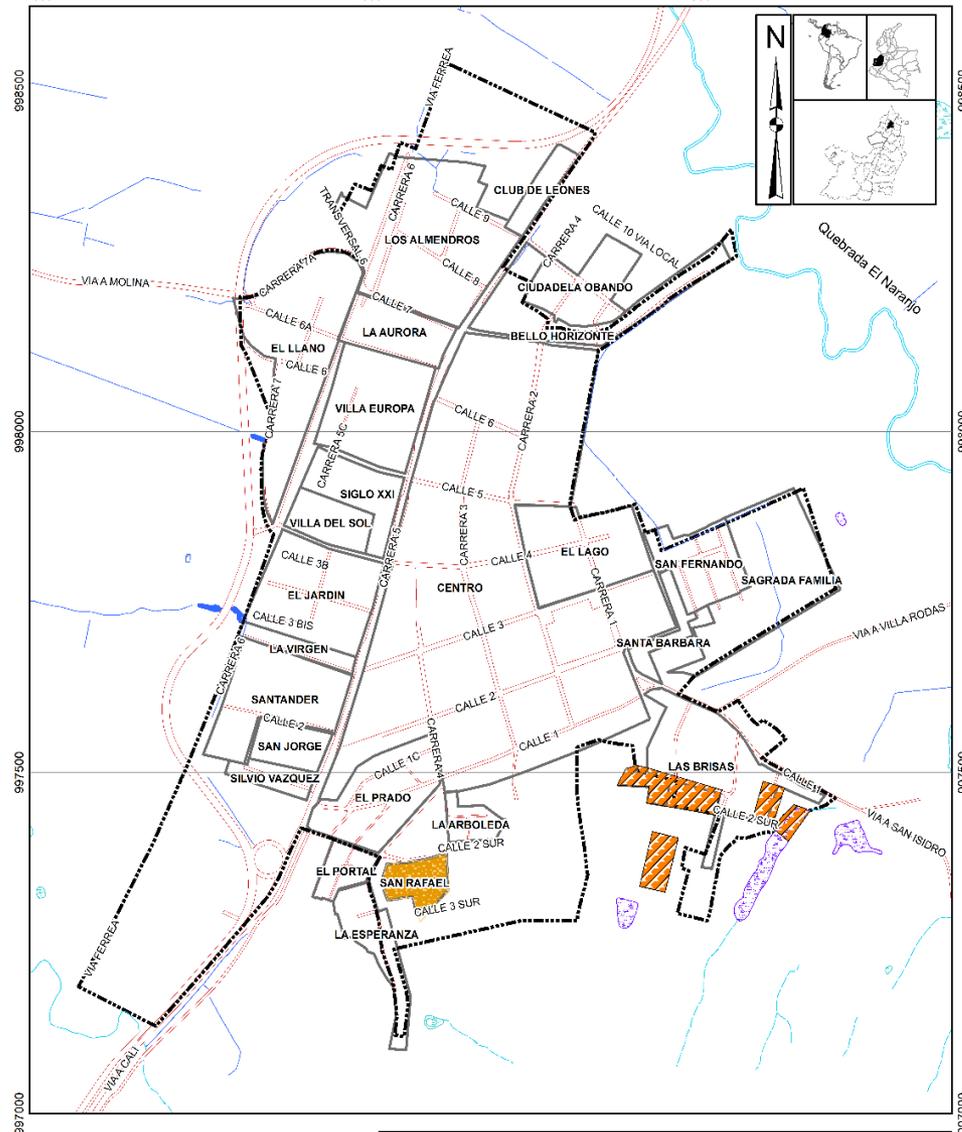
La información obtenida en las minutas de Guardia del Cuerpo de Bomberos es desde 1980- 2012 cabe resaltar que algunos tomos no se encuentran en buenas condiciones y desde 2013 hasta 2018 se encuentra digital.

# EVENTOS HISTÓRICOS POR BARRIOS (Eventos de Inundación)

Distribución del número de **eventos de inundación** por barrios, área urbana el municipio de Obando







CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL  
DEL VALLE DEL CAUCA  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO  
DEL SUOROCCIDENTE COLOMBIANO  
UNIVERSIDAD DEL VALLE



CONVENIO 070 DE 2018



MAPA DE EVENTOS HISTÓRICOS  
POR MOVIMIENTOS EN MASA EN  
LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE OBANDO  
EN EL PERIODO 1980 - FEBRERO 2019

CONVENCIONES	
	Barrios
	Perímetro urbano
	Límite manzana
	Piscina
	Pantano
	Entibaco
	Ciénaga
	Límite vía
	Drenaje Sencillo
	Estado Drenaje
	Intermitente
	Permanente
	Movimientos en masa Socialización
	Zonas asentamientos
	Zonas de movimientos en masa

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35'46" 32 Norte  
Longitud origen: 77° 04'39" 03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
Cartografía básica.  
CVC- Planeación Municipal Obando  
Escala de trabajo 1:2000



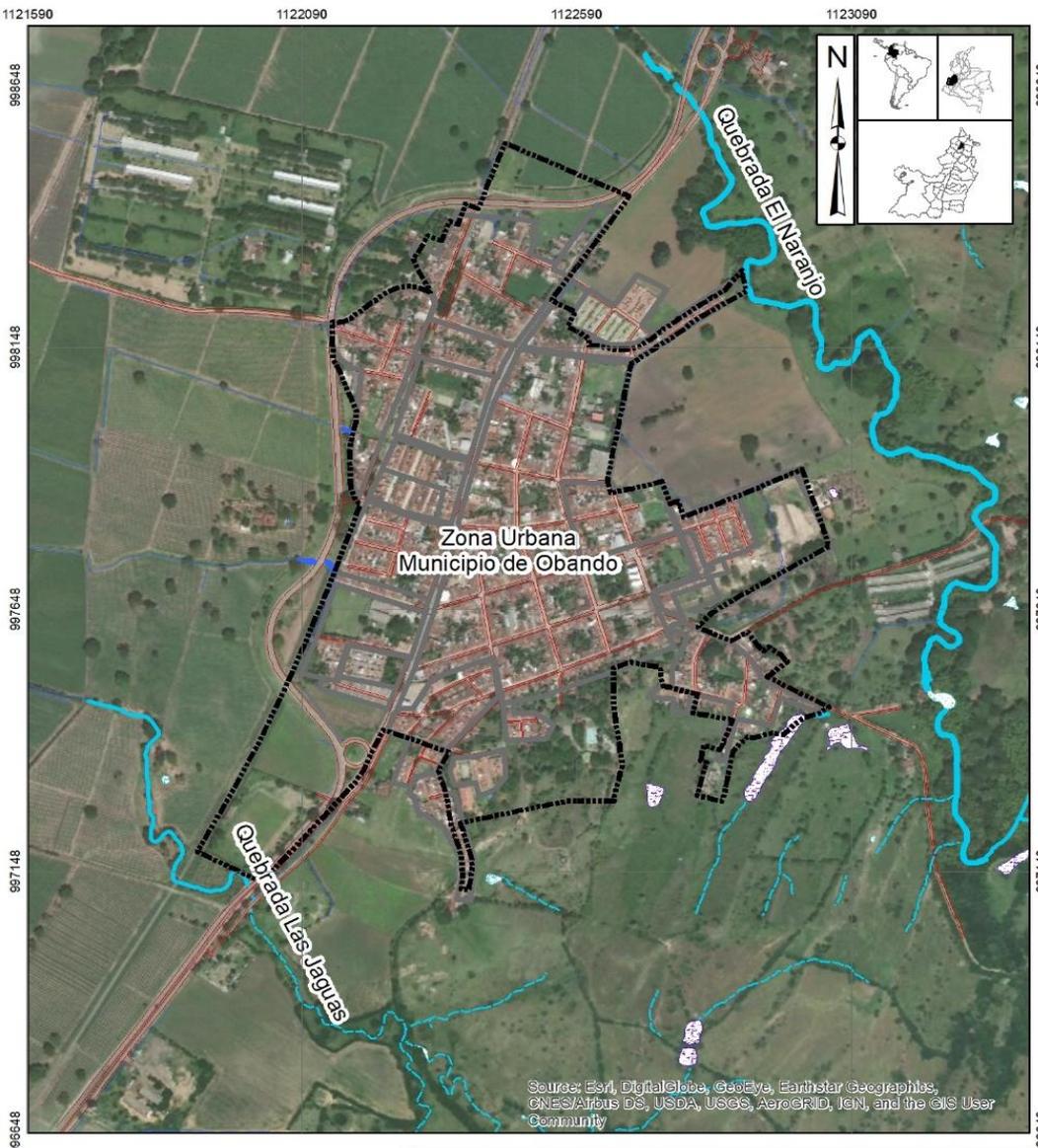
# MAPA EVENTOS HISTÓRICOS POR MOVIMIENTO EN MASA

AÑO	NÚMERO DE NOTICIAS
2002	1

## CONVENCIONES

- Movimientos en masa Socialización
- Zonas asentamientos
- Zonas de movimientos en masa

# EVALUACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN



# HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

## Corrientes de interés:

- Quebrada El Naranjo
- Quebrada Las Jaguas

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
**OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO**  
**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
 CONVENIO 070 DE 2018



MAPA DE REDES DE DRENAJE DEL MUNICIPIO DE OBANDO

CONVENCIONES		

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35' 46" 32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04' 39" 03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

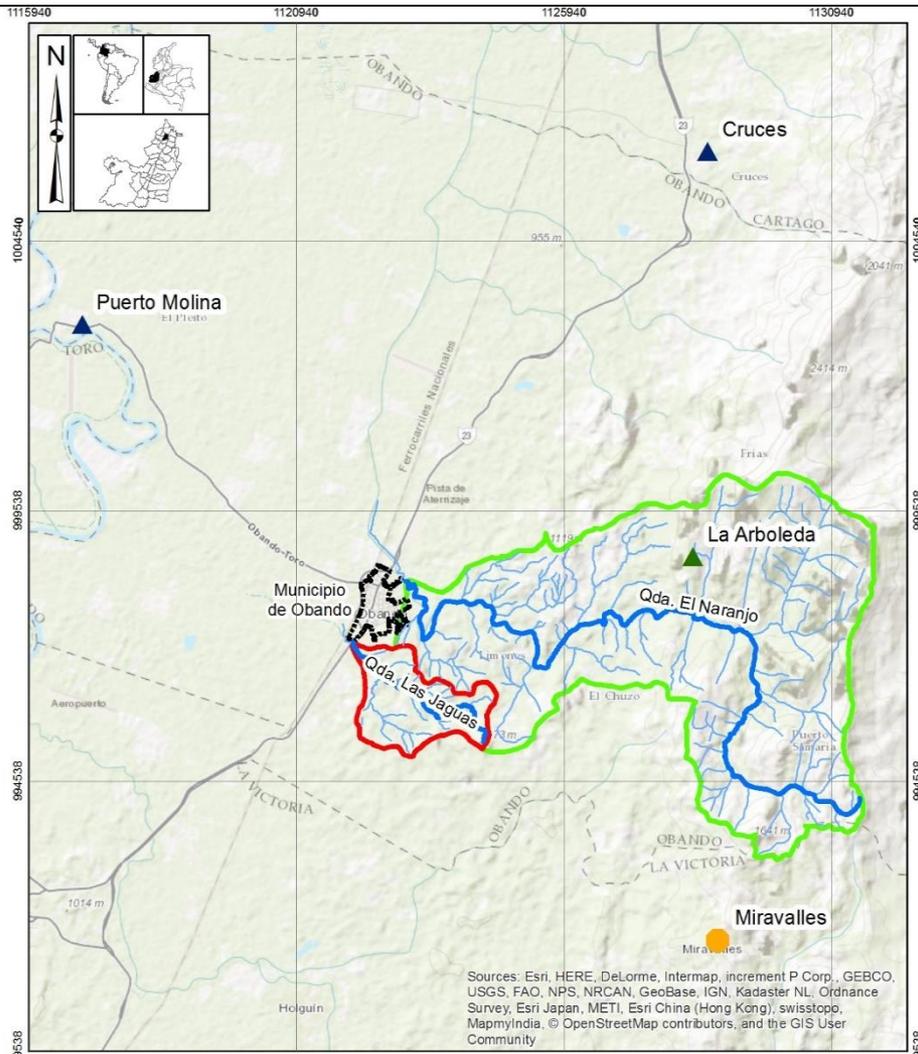
FUENTE DE INFORMACIÓN  
 Cartografía básica:  
 CVC: Planeación Municipal Obando  
 Escala de trabajo 1:2000

0 50 100 200 300 400 500 metros

1:8000

Nota: Las fronteras, los colores y toda otra información contenida en este mapa no derivan, por parte de la CVC y las instituciones participantes, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni aprobación ni aceptación de ninguna de tales fronteras.

# LOCALIZACIÓN ESTACIONES - ISOYETAS



Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
 UNIVERSIDAD DEL VALLE  
 CONVENIO 070 DE 2018

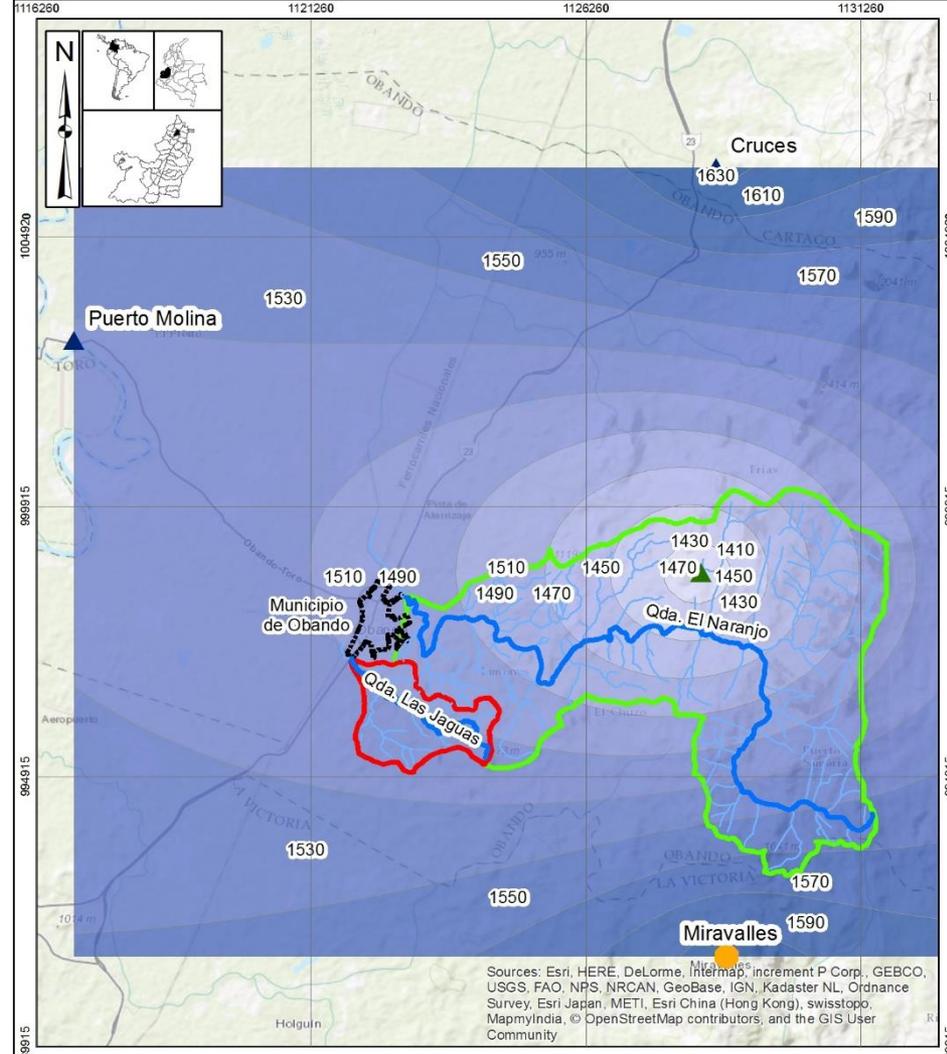
CONVENCIONES		

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35' 40" 32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04' 39" 03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
 Cartografía básica:  
 CVC-Planeación Municipal Obando  
 Escala de trabajo 1:2000

0 700 1.400 2.100 2.800 4.200  
 1:8000

MAPA DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS MUNICIPIO DE OBANDO



Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
 UNIVERSIDAD DEL VALLE  
 CONVENIO 070 DE 2018

CONVENCIONES		

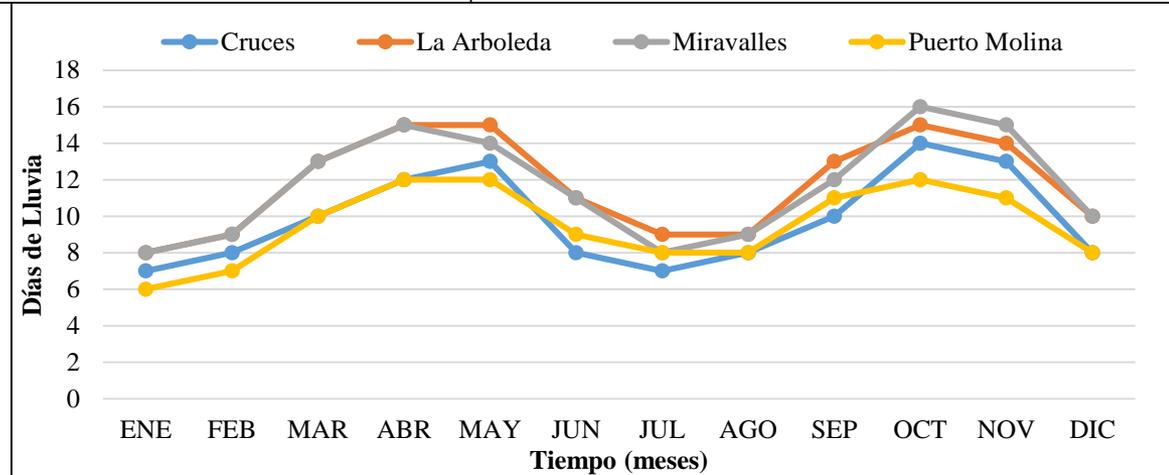
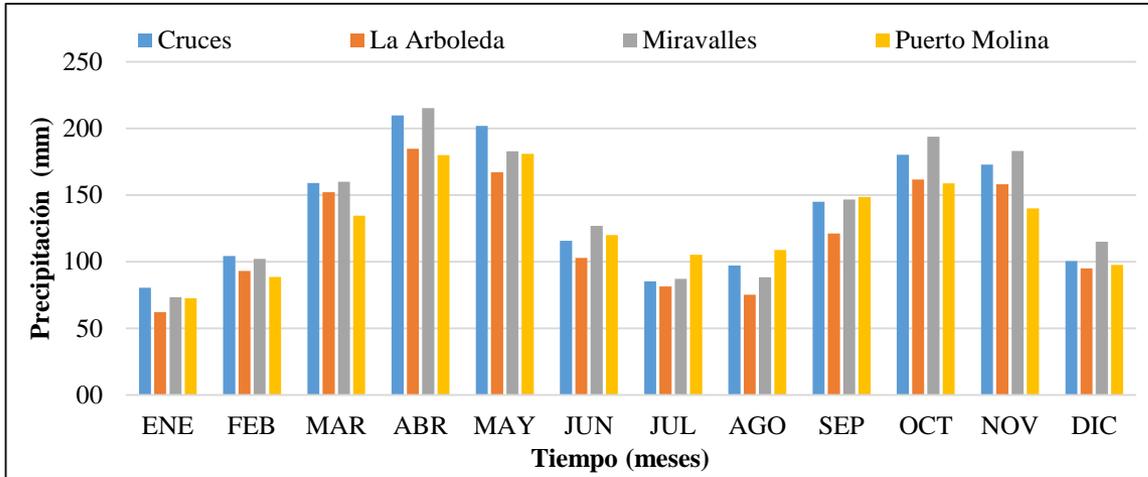
Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35' 46" 32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04' 39" 03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
 Cartografía básica:  
 CVC-Planeación Municipal Obando  
 Escala de trabajo 1:2000

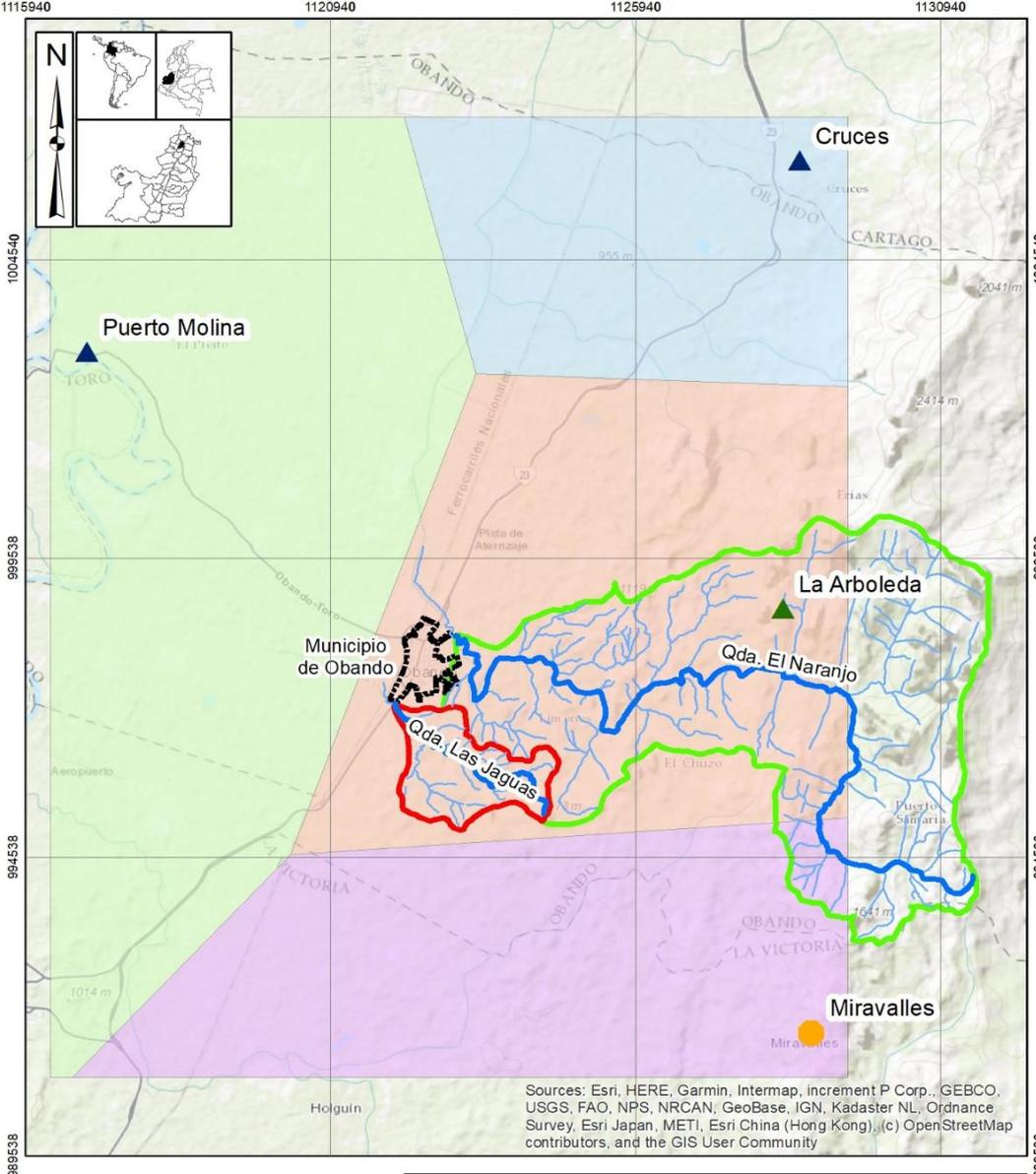
0 700 1.400 2.100 2.800 4.200  
 1:8000

MAPA DE PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm) MUNICIPIO DE OBANDO

# PRECIPITACIÓN TEMPORAL



Estación	Periodo Evaluado	Valor Mensual												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Cruces</b>	1967-2017	80,5	104,2	159,0	209,7	202,0	115,6	85,2	97,1	144,9	180,3	172,8	100,4	1627,7
<b>La Arboleda</b>	1982-2017	62,1	93,1	152,1	184,7	167,1	102,8	81,3	75,1	121,2	161,6	158,1	94,9	1403,4
<b>Miravalles</b>	1967-2017	73,2	102,1	160,1	215,2	182,9	126,8	87,1	88,4	146,6	193,8	183,1	115,0	1614,7
<b>Puerto Molina</b>	1967-2016	72,7	88,6	134,6	179,9	180,9	120,1	105,1	108,7	148,5	158,9	139,9	97,6	1517,7



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community



# ISOYETAS ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS, RESPECTO A LAS SUBCUENCAS Y ZONA EN ESTUDIO

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
UNIVERSIDAD DEL VALLE  
CONVENIO 070 DE 2018



CONVENCIONES		

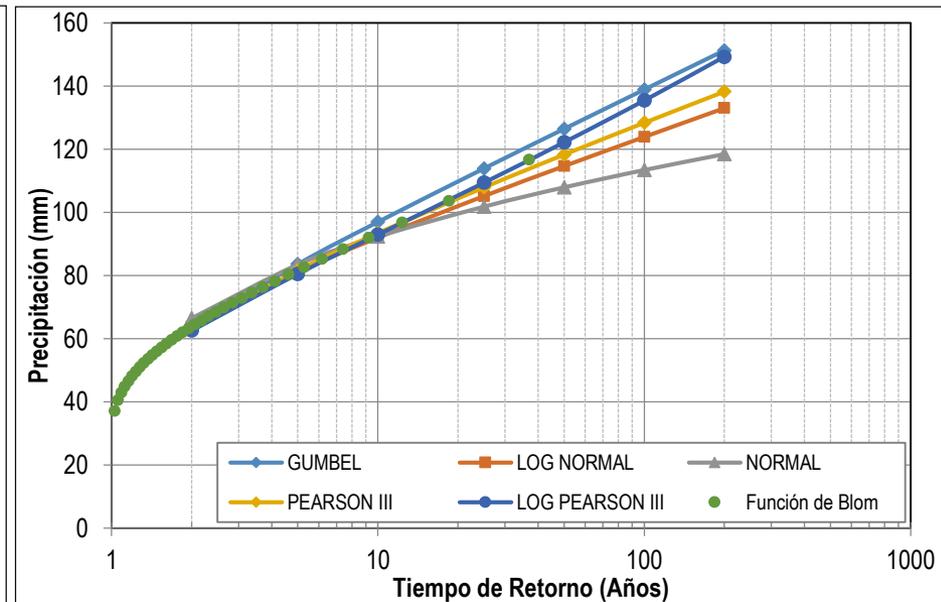
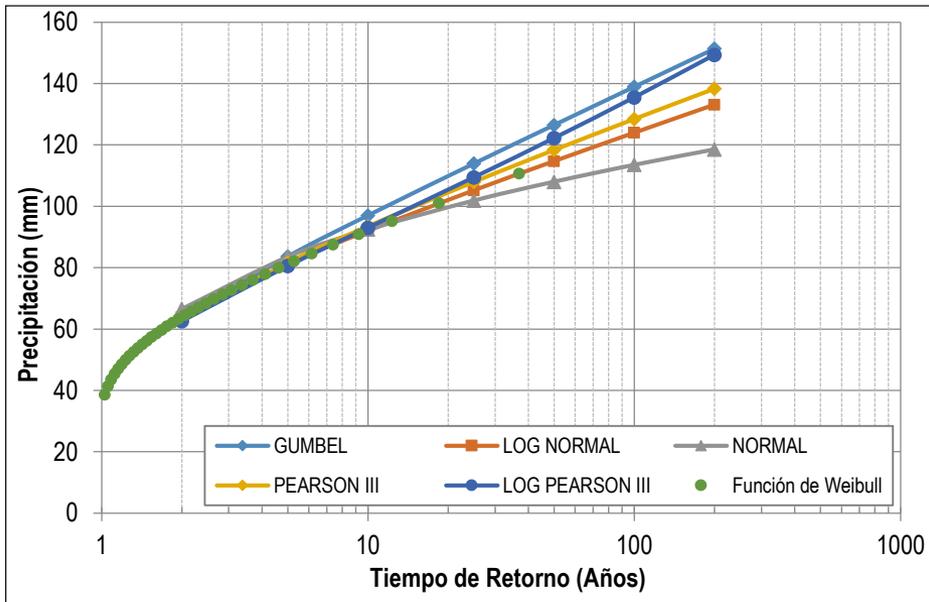
Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35' 46" 32 Norte  
Longitud origen: 77° 04' 39" 03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
Cartografía básica:  
CVC- Planeación Municipal Obando  
Escala de trabajo 1:2000

1:8000

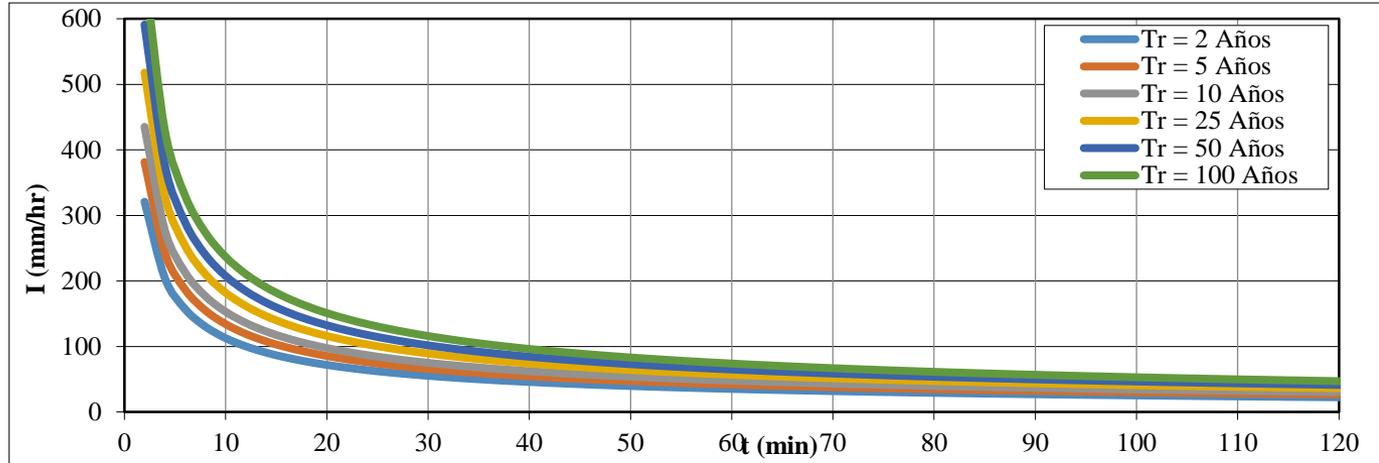
MAPA DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
POLÍGONOS DE THIESSEN  
MUNICIPIO DE OBANDO

# PRECIPITACIONES MÁXIMAS ESPERADAS (PREDICCIÓN) ASOCIADAS A DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO ESTACIÓN LA ARBOLEDA



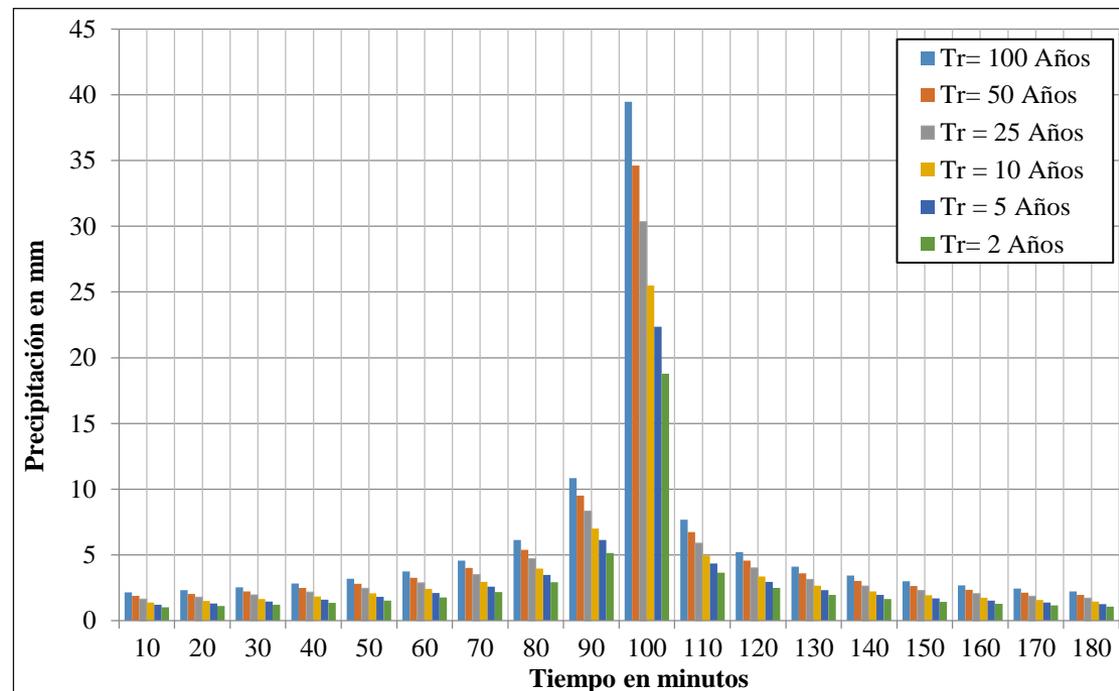
PERÍODO DE RETORNO (Años)	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	NORMAL	LOG NORMAL	PEARSON III	LOG PEARSON III	GUMBEL
2	0,500	66,53	63,86	63,09	62,58	63,42
5	0,667	83,51	81,17	81,59	80,52	83,63
10	0,800	92,39	92,02	93,47	92,98	97,02
25	0,900	101,86	105,19	107,94	109,42	113,93
50	0,980	107,98	114,68	118,34	122,21	126,48
100	0,990	113,48	123,95	128,43	135,47	138,93
200	0,995	118,52	133,08	138,31	149,33	151,34

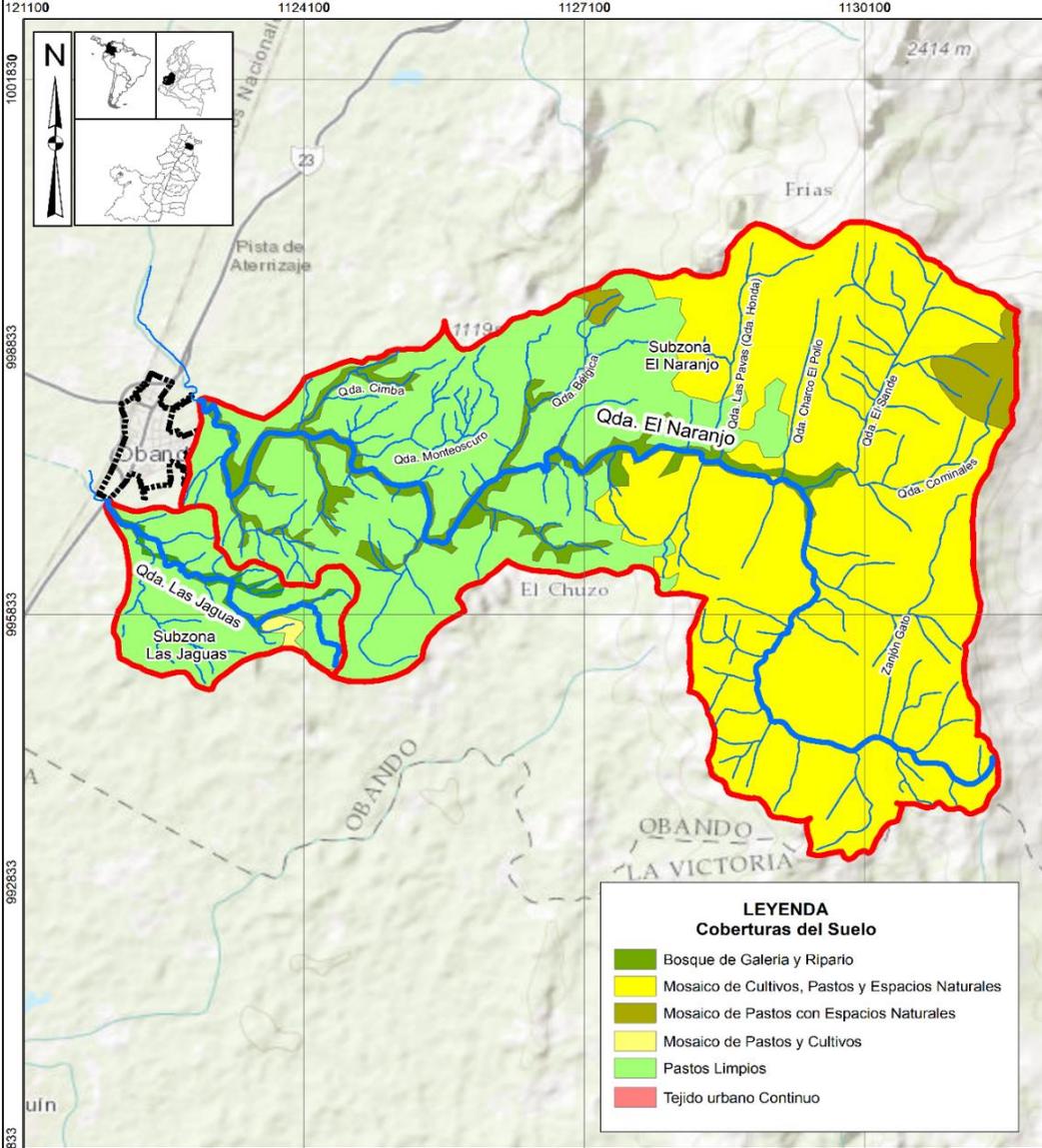
# CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA ESTACIÓN LA ARBOLEDA



**Hietograma de precipitación de diseño hidrológico para tiempos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años y una duración de 180 min. Estación La Arboleda.**

Duración (min)	Precipitación (mm)					
	Tr = 2	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 25	Tr = 50	Tr = 100
10	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2
20	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3
30	1,2	1,4	1,6	2,0	2,2	2,5
40	1,3	1,6	1,8	2,2	2,5	2,8
50	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2
60	1,8	2,1	2,4	2,9	3,3	3,7
70	2,2	2,6	2,9	3,5	4,0	4,6
80	2,9	3,5	4,0	4,7	5,4	6,1
90	5,2	6,1	7,0	8,3	9,5	10,8
100	18,8	22,3	25,5	30,3	34,6	39,5
110	3,6	4,3	5,0	5,9	6,7	7,7
120	2,5	2,9	3,4	4,0	4,6	5,2
130	1,9	2,3	2,6	3,1	3,6	4,1
140	1,6	1,9	2,2	2,6	3,0	3,4
150	1,4	1,7	1,9	2,3	2,6	3,0
160	1,3	1,5	1,7	2,1	2,3	2,7
170	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4
180	1,1	1,3	1,4	1,7	2,0	2,2





# MAPA USO Y COBERTURA

SUBZONA	USO Y COBERTURA	ÁREA (%)
Quebrada Las Jaguas	Bosque de Galería y Ripario	8,89
	Mosaico de Pastos y Cultivos	3,52
	Pastos Limpios	87,59
Quebrada El Naranjo	Bosque de Galería y Ripario	6,52
	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	58,36
	Mosaico de Pastos con Espacios Naturales	0,40
	Pastos Limpios	34,73

## Número de Curva

SUBZONAS	CN
Quebrada Las Jaguas	57,73
Quebrada El Naranjo	57,80

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
 UNIVERSIDAD DEL VALLE  
 CONVENIO 070 DE 2018

**CONVENCIONES**

- Perímetro urbano
- Subzonas
- Drenajes Sencillos

Sistema de referencia MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35' 46" 32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04' 39" 03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

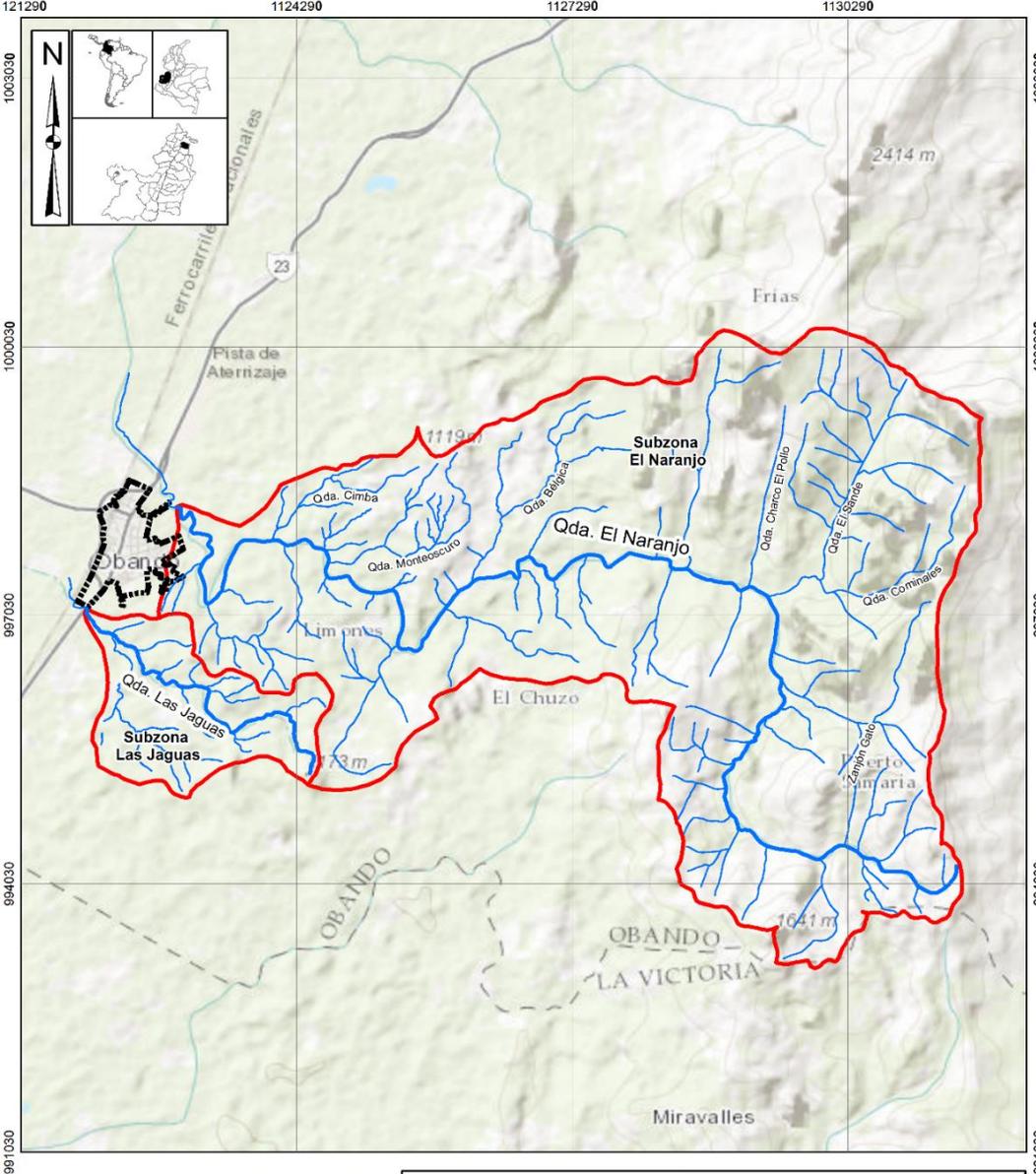
FUENTE DE INFORMACIÓN  
 Mapa base: Esri  
 Cartografía básica:  
 CVC- Planeación Municipal Obando  
 Escala de trabajo 1:2000

0 495 990 1.980 2.970 Metros

1:60000

Nota: Las fronteras, los colores y toda otra información contenida en este mapa no densitan, por parte de la CVC y las instituciones participantes, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni aprobación ni aceptación de ninguna de tales fronteras.

MAPA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO  
 MUNICIPIO DE OBANDO



# SUBZONAS HIDROGRÁFICAS EN ESTUDIO

Nombre Subzona hidrográfica	Área de la subzona	Longitud cauce principal
	Área (Km <sup>2</sup> )	Lcp (Km)
Quebrada Las Jaguas	3,33	4,09
Quebrada El Naranjo	35,05	16,42

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
 UNIVERSIDAD DEL VALLE  
 CONVENIO 070 DE 2018

**CONVENCIONES**

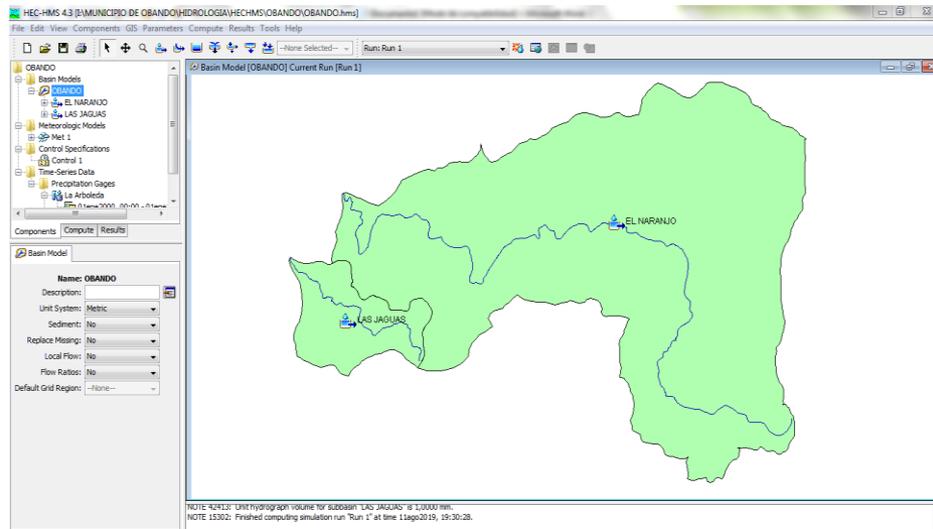
- Perimetro urbano
- Subcuencas
- Drenajes Sencillos

**SISTEMA DE REFERENCIA:** MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35'46".32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04'39".03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

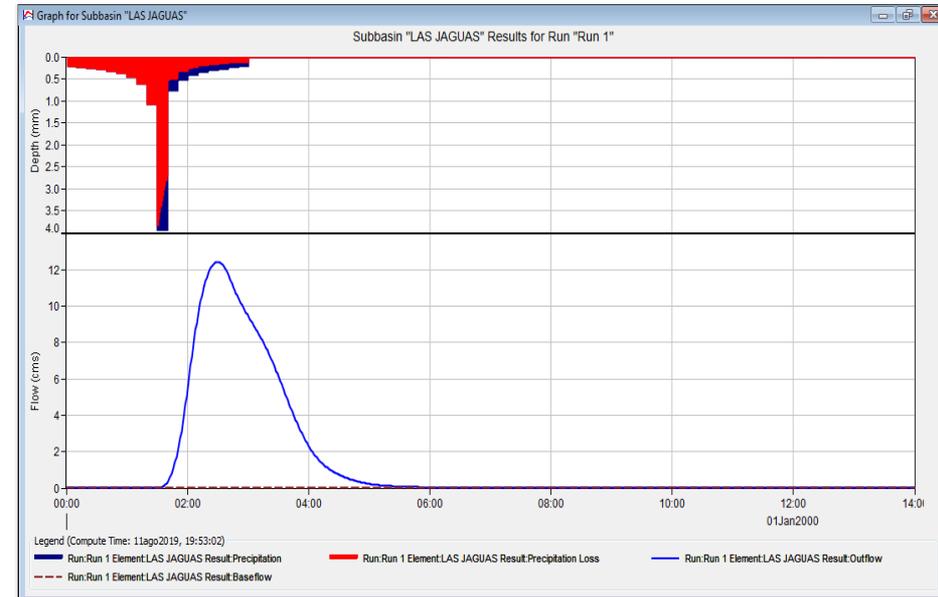
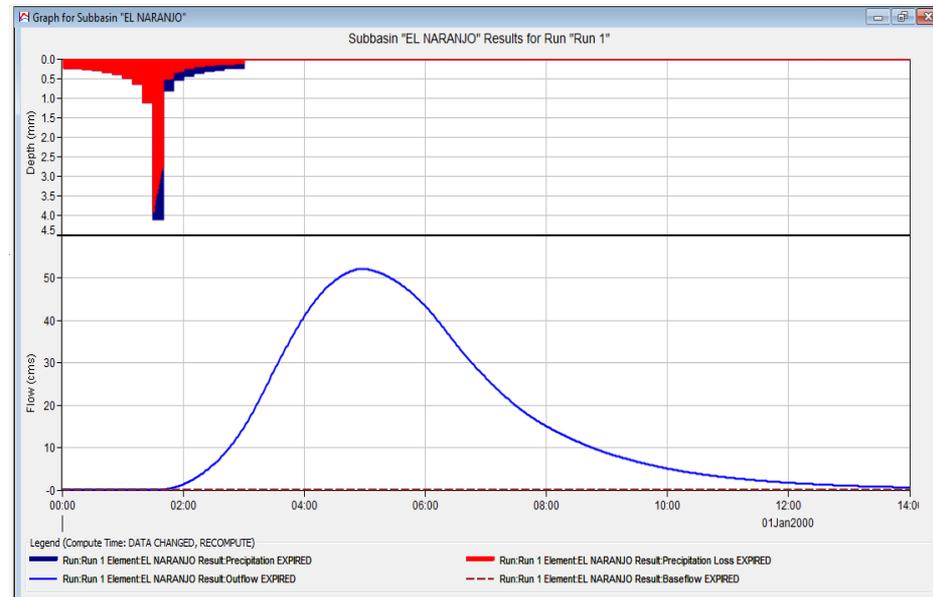
**FUENTE DE INFORMACIÓN**  
 Mapa base: Esri.  
 Cartografía básica: CVC- Planeación Municipal Obando  
 Escala de trabajo 1:2000

0 495 990 1.980 2.970  
 1:60000  
 Metros

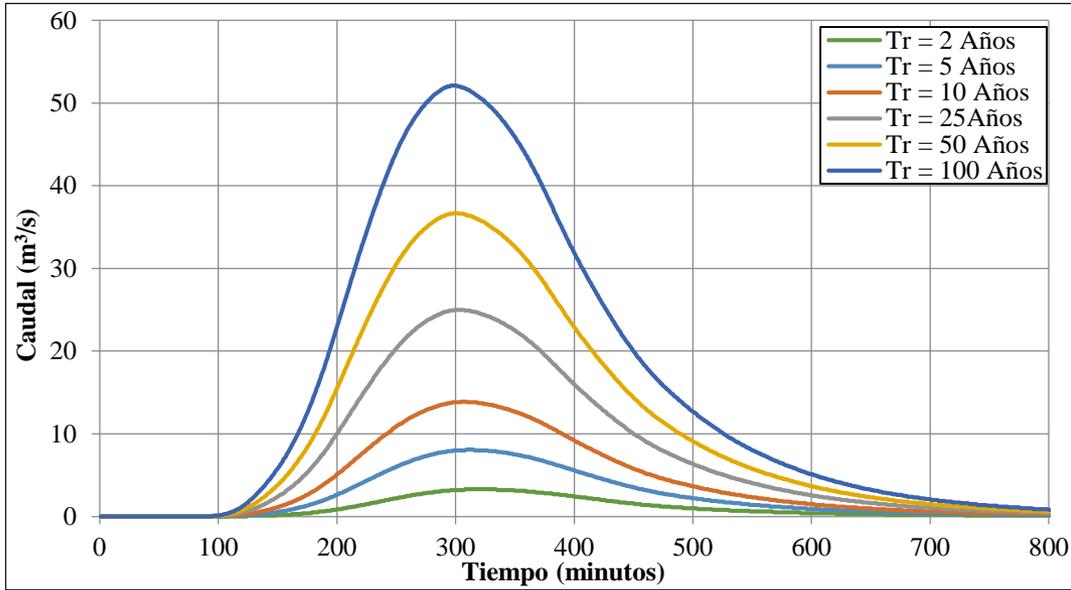
# ESQUEMA Y RESULTADOS DE LAS SUBZONAS EN ESTUDIO EN EL MODELO HEC-HMS



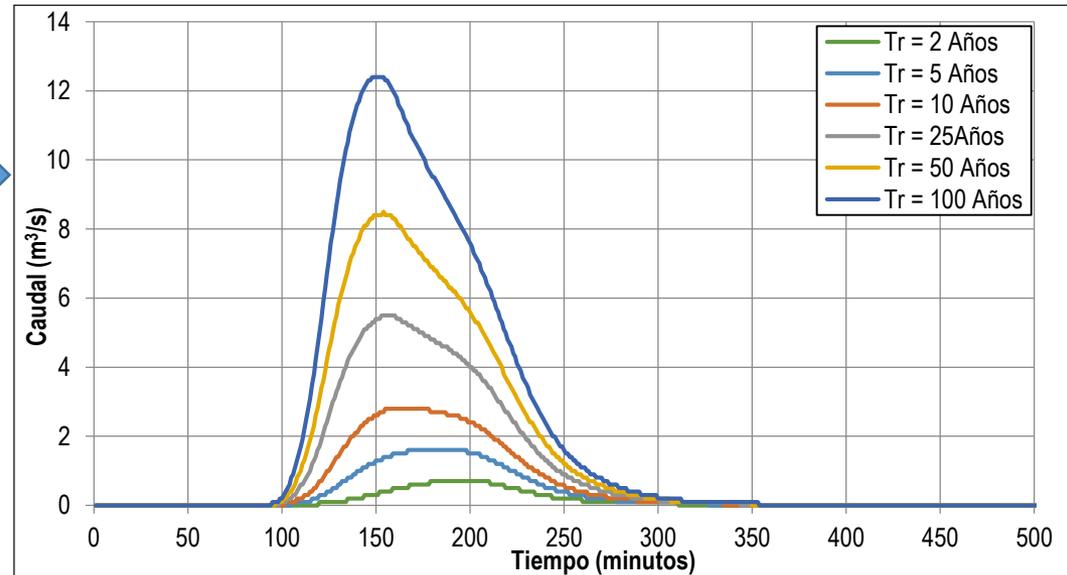
Subzona hidrográfica	Tiempo de retorno en años					
	2	5	10	25	50	100
Quebrada Las Jaguas	0,70	1,60	2,80	5,50	8,50	12,40
Quebrada El Naranjo	3,30	8,10	13,90	25,00	36,70	52,10

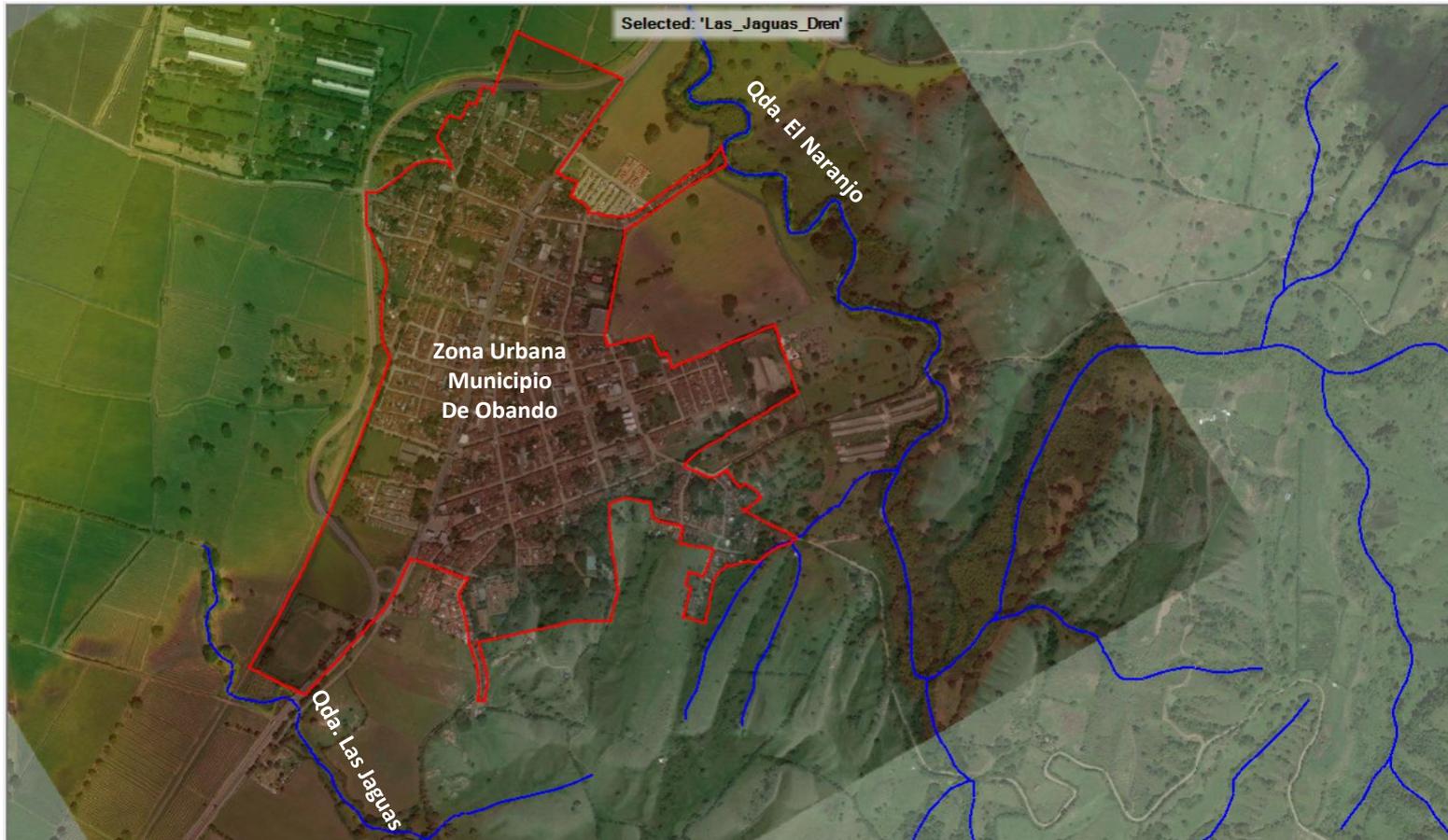


# HIDROGRAMAS CONSOLIDADOS DE CAUDALES MÁXIMOS PARA LOS PERIODOS DE RETORNO DE 2, 5, 10, 25, 50 Y 100 AÑOS DE LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS



**Quebrada Las Jaguas**





- ✓ Para la modelación hidráulica y estimación de áreas inundaciones en área de estudio del municipio de Obando para periodos de retornos de 5, 10, 25, 50 y 100 años se utilizó el programa HEC RAS 5.0.7.
- ✓ Como insumo principal para el análisis de utilizo el DEM (LIDAR + BATIMETRIA)
- ✓ Como parámetros de entrada al modelo están las pendientes, el numero de maning y los caudales máximos obtenidos en el análisis hidrológico.



**Quebrada Las Jaguas - Aguas Arriba**



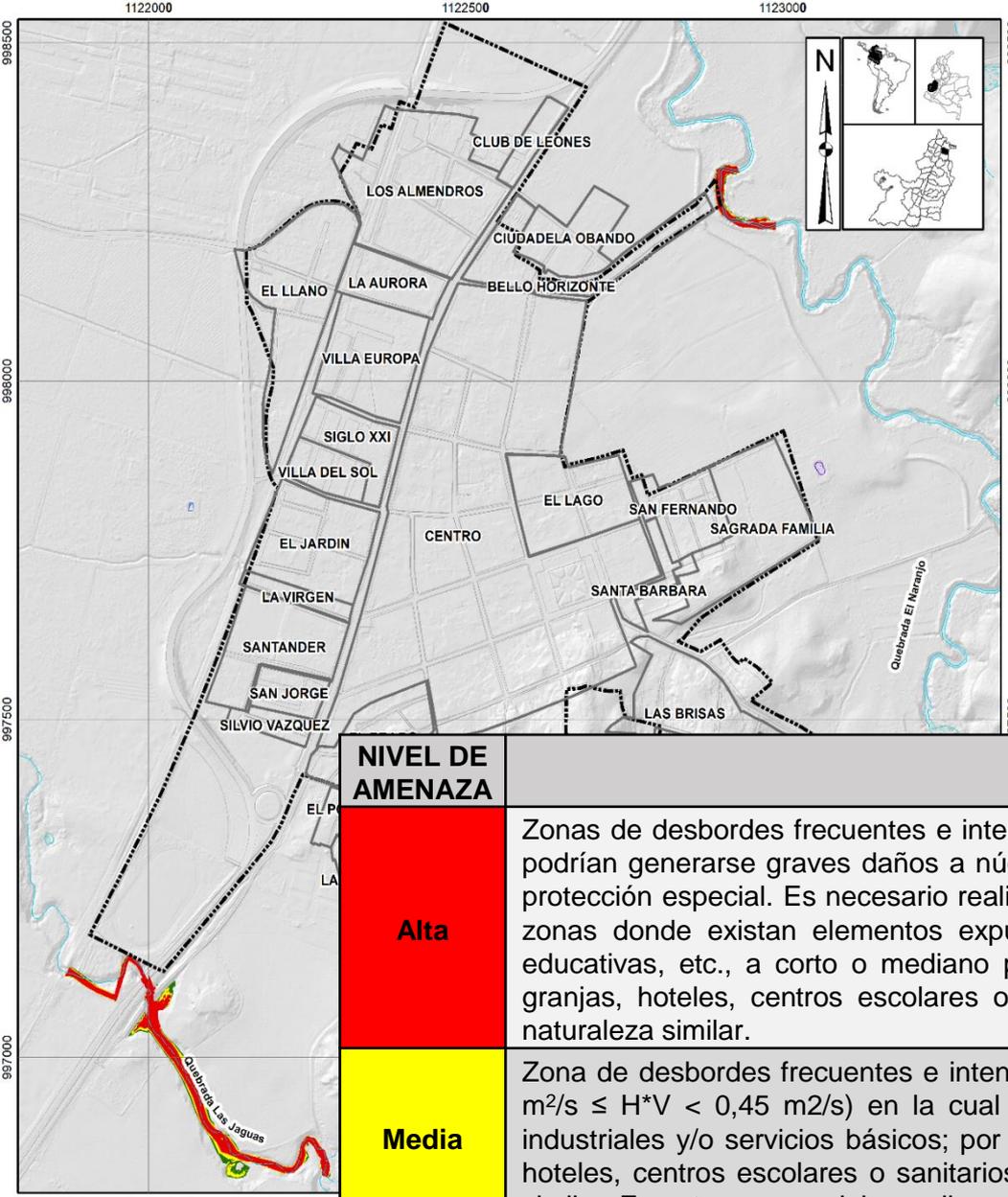
**Puente Quebrada Las jaguas**



**Quebrada El Naranjo**



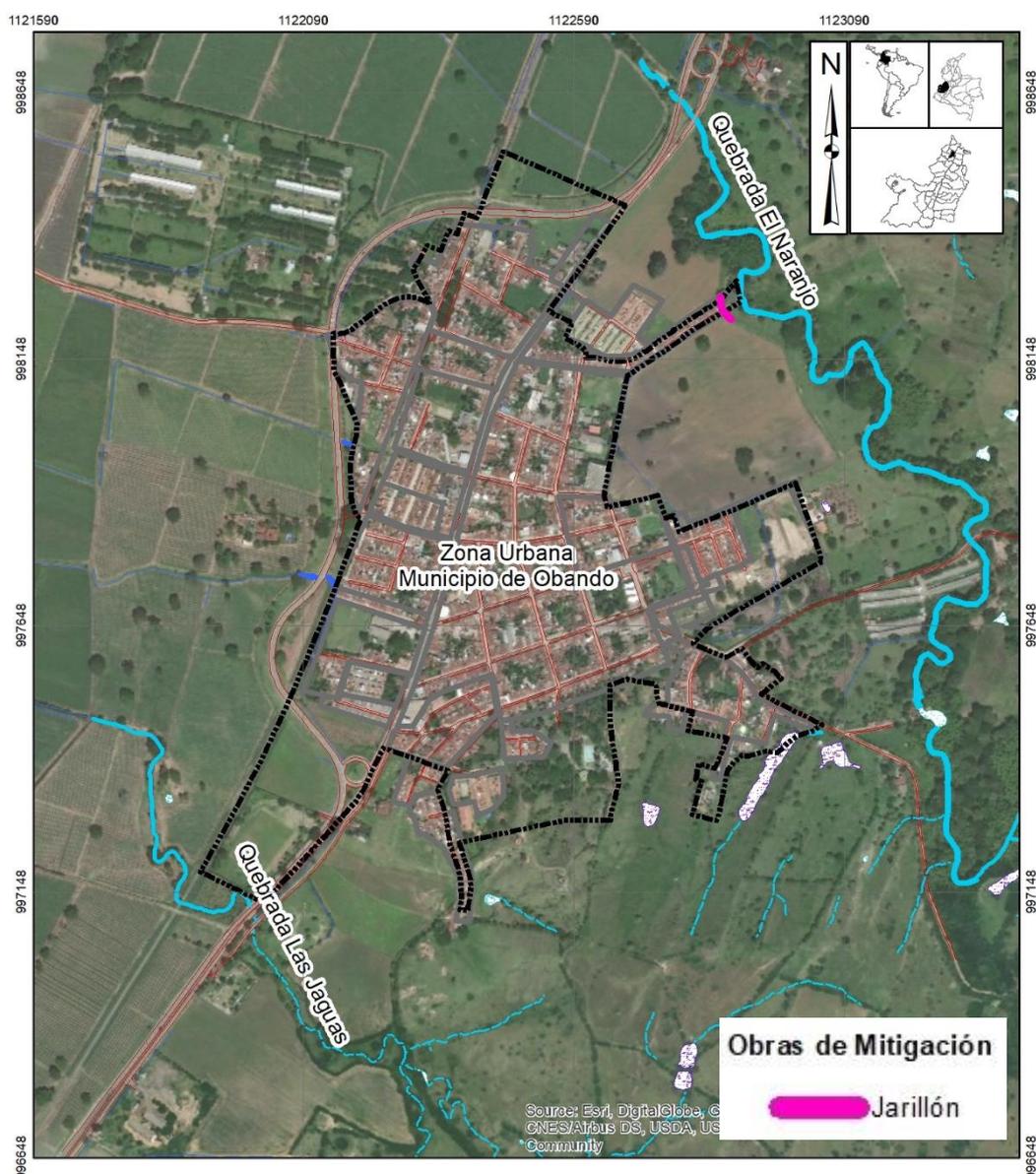
**Jarillón Margen Izquierda Quebrada El Naranjo**



# MAPA DE INUNDACIONES PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

Área (ha)		
0,0012	0,0028	0,0133

NIVEL DE AMENAZA	DESCRIPCIÓN
<b>Alta</b>	Zonas de desbordes frecuentes e intensidad alta ( $H \geq 0,9 \text{ m}$ ; $V \geq 0,8 \text{ m/s}$ ; $H*V \geq 0,45 \text{ m}^2/\text{s}$ ) en la cual podrían generarse graves daños a núcleos urbanos, por lo cual se considera que debe contar con una protección especial. Es necesario realizar el diseño y construcción de estructuras de protección para las zonas donde existan elementos expuestos como casas, edificios, bodegas, hospitales, instituciones educativas, etc., a corto o mediano plazo. Se debe prohibir el establecimiento de nuevas viviendas, granjas, hoteles, centros escolares o sanitarios, hospitales, bomberos, cementerios y actividades de naturaleza similar.
<b>Media</b>	Zona de desbordes frecuentes e intensidad media ( $0,45 \text{ m} \leq H < 0,9 \text{ m}$ ; $0,5 \text{ m/s} \leq V < 0,8 \text{ m/s}$ ; $0,225 \text{ m}^2/\text{s} \leq H*V < 0,45 \text{ m}^2/\text{s}$ ) en la cual podrían ocurrir daños significativos a instalaciones comerciales, industriales y/o servicios básicos; por tal motivo se debe prohibir la construcción de viviendas, granjas, hoteles, centros escolares o sanitarios, hospitales, bomberos, cementerios y actividades de naturaleza similar. En esta zona se debe realizar seguimiento periódico.
<b>Baja</b>	Zona de desbordes poco frecuentes e intensidad baja ( $0,05 \text{ m} < H < 0,45 \text{ m}$ ; $V < 0,5 \text{ m/s}$ ; $H*V < 0,225 \text{ m}^2/\text{s}$ ) en la cual podrían presentarse daños leves a instalaciones comerciales, industriales y/o servicios básicos, por lo cual se puede permitir la construcción de viviendas y hoteles, adoptando las medidas de seguridad correspondientes.



## OBRAS PARA MITIGACIÓN

- ✓ Mantenimiento en cota de corona.
- ✓ Cambio de uso del suelo: pastoreo y cultivos de subsistencia en área aledaña.



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUOROCCIDENTE COLOMBIANO  
 UNIVERSIDAD DEL VALLE

CONVENCIONES			
Barrios	Piscina	Drenaje Sencillo	Obras de Mitigación
Perímetro urbano	Ciénaga	Estado Drenaje	Jarillón
Límite manzana	Embalse	Intermitente	
Límite vía	Pantano	Permanente	

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35' 46" 32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04' 39" 03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
 Cartografía básica:  
 CVC- Planeación Municipal Obando  
 Escala de trabajo 1:2000

0 80 160 320 480  
 1:8000  
 Metros

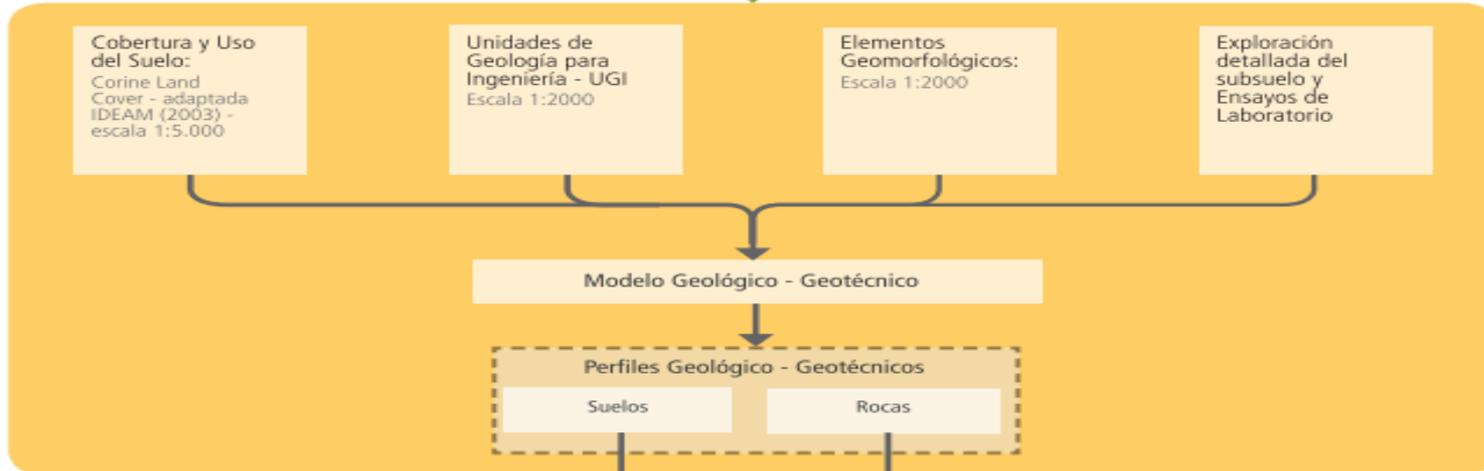
# EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

# ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

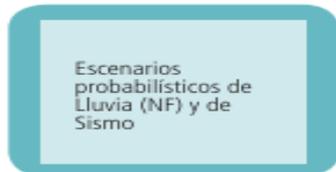
## INSUMOS



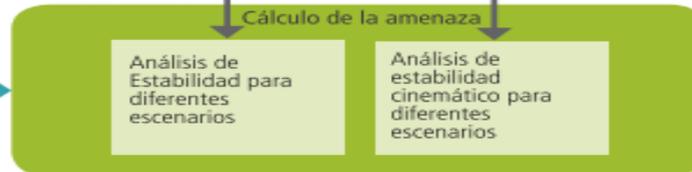
## FACTORES CONDICIONANTES



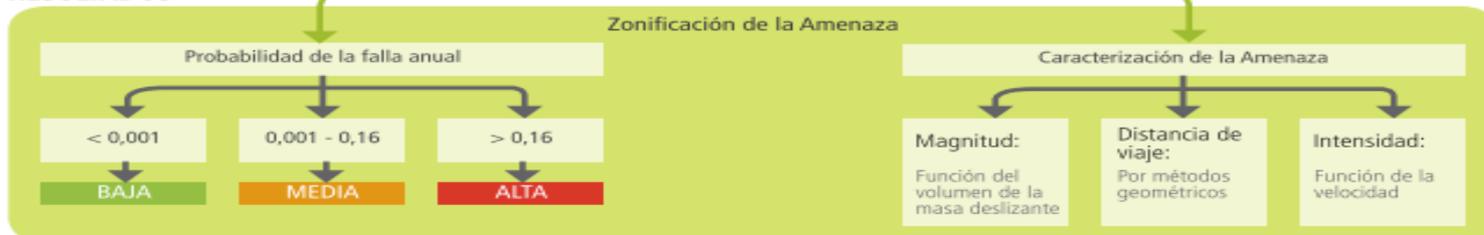
## FACTORES DETONANTES



## MODELACIÓN



## RESULTADOS



La probabilidad de ocurrencia de un evento particular (MM) se evalúa en términos de sus eventos condicionantes, a través de la ley de probabilidades totales.

$$p(D) = P(D/LS)p(LS) + P(D/L\bar{S})p(L\bar{S}) + P(D/\bar{L}S)p(\bar{L}S) + P(D/\bar{L}\bar{S})p(\bar{L}\bar{S})'$$

$p(D)$ : Es la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento

$p(D/LS)$ : Es la probabilidad condicional de que se produzca el deslizamiento, dado que haya lluvia y sismo.

$p(LS)$ : Es la probabilidad de que se presenten la lluvia y el sismo simultáneamente

$p(D/\bar{L}S)$ : Es la probabilidad condicional de que ocurra el deslizamiento dado que se presente el sismo y que no tenga lugar la lluvia

$p(\bar{L}S)$ : Es la probabilidad de que haya lluvia y no se produzca el sismo.

$p(D/\bar{L}\bar{S})$ : Es la probabilidad condicional de que ocurra el deslizamiento dado que no haya lluvia ni sismo

$p(\bar{L}\bar{S})$ : Es la probabilidad de que no tenga lugar ni el sismo ni la lluvia

$$P^+ = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^\beta \qquad P^- = 1 - P^+$$

Dónde:

$P^+$  = Probabilidad de ocurrencia del evento crítico

$T$  = Periodo de retorno

$\beta$  = Tiempo de exposición

$P^-$  = Probabilidad de no ocurrencia del evento crítico

- La teoría de **EQUILIBRIO LÍMITE**
- Modelo constitutivo del criterio de resistencia de Mohr – Coulomb para suelos (Slide v6.0).
- Se utilizara una rutina sobre MATLAB para el análisis de **TALUD INFINITO.**

# ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN MATERIAL SUPERFICIAL ALTERADO

Se optó por utilizar el método del talud infinito, con celdas de tamaño 2 x 2 m, las cuales pueden representar de manera adecuada fenómenos locales de inestabilidad.

$$FS = \frac{(c' b \sec \alpha + (\gamma b h \cos \alpha - k \gamma b h \sin \alpha - \gamma_w h_w \cos^2 \alpha) \tan \Phi')}{\gamma b h \sin \alpha + k \gamma b h \cos \alpha}$$

Donde:

$C'$ = Cohesión efectiva	$k$ = Coeficiente de aceleración horizontal
$\Phi$ = Angulo efectivo de fricción	$b$ = Espesor de estrato deslizando
$h_w$ = altura de la lámina de agua para el periodo de retorno dado	$h$ = Proporción del estrato deslizando que se encuentra saturado
$\gamma$ = Peso unitario del suelo	$\alpha$ = Angulo de inclinación de la superficie de falla
$\gamma_w$ = Peso unitario del agua	

Como el objetivo es desarrollar un mapa probabilístico, este se elabora haciendo uso del Método de Monte Carlo, considerando una distribución normal para los parámetros (los parámetros geotécnicos se comportan normalmente según varios autores).

Generación de una matriz ( $m \times n$ ) con  $m \times n$  valores a partir de una distribución normal:

$$r = (\text{randn}(m, n) * sd) + mu$$

Donde:

$Sd$ = Desviación estándar del parámetro geotécnico ( $\phi$ ,  $c$  o  $\gamma$ ).

$Mu$ = Media del parámetro geotécnico ( $\phi$ ,  $c$  o  $\gamma$ ).

$Randn$ = Función que genera valores aleatorios de 0 a 1.

Categorización de la Amenaza, Decreto 227 de 2006 (Adoptado de González y Millán, 1999)

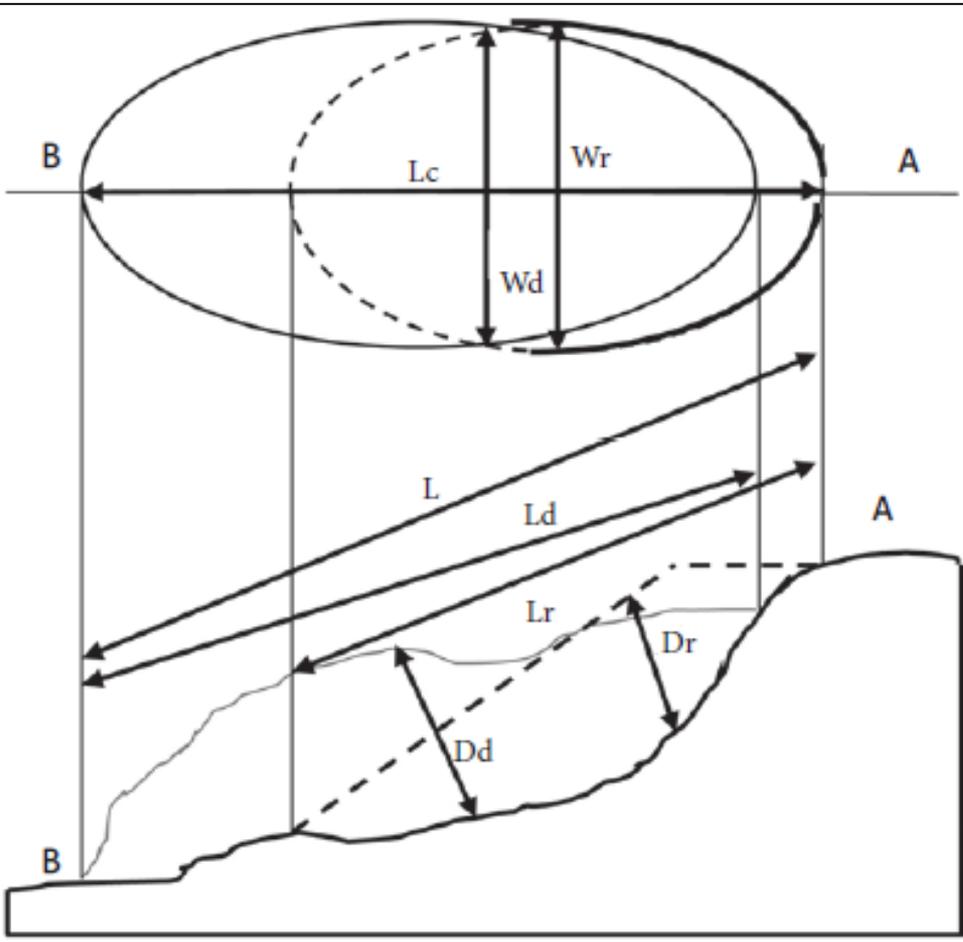
TIEMPO DE EXPOSICION Te (años)	FACTOR DE SEGURIDAD		k	PROBABILIDAD DE FALLA		NIVEL DE AMENAZA	
	De	a		De	a		
<b>CONDICIONES EXTREMAS</b>							
<b>50</b>	0,1954	1,0000	4,20 40	0,9993	0,5000	ALTA	A
	1,0000	1,3000		0,5000	0,1239	MEDIA	M
	1,3000	3,4000		0,1239	0,0000	BAJA	B

Fuente: adoptado del Decreto 227 de 2006



# METODOLOGÍA: MAGNITUD (Volumen)

Determinación del volumen de un deslizamiento



$$V = \left( \frac{1}{6} \pi D_r W_r L_r \right) f_{exp}$$

$V$  : es el volumen del deslizamiento

$D_r$  : es la profundidad máxima de la superficie de falla

$W_r$  : es el ancho máximo de la superficie de falla

$L_r$  : es la longitud de la superficie de falla

$F_{exp}$  : es un factor de expansión del material deslizado

# METODOLOGÍA: DISTANCIA DE VIAJE

Ecuaciones para determinar la distancia de viaje, obtenidas en Hong Kong

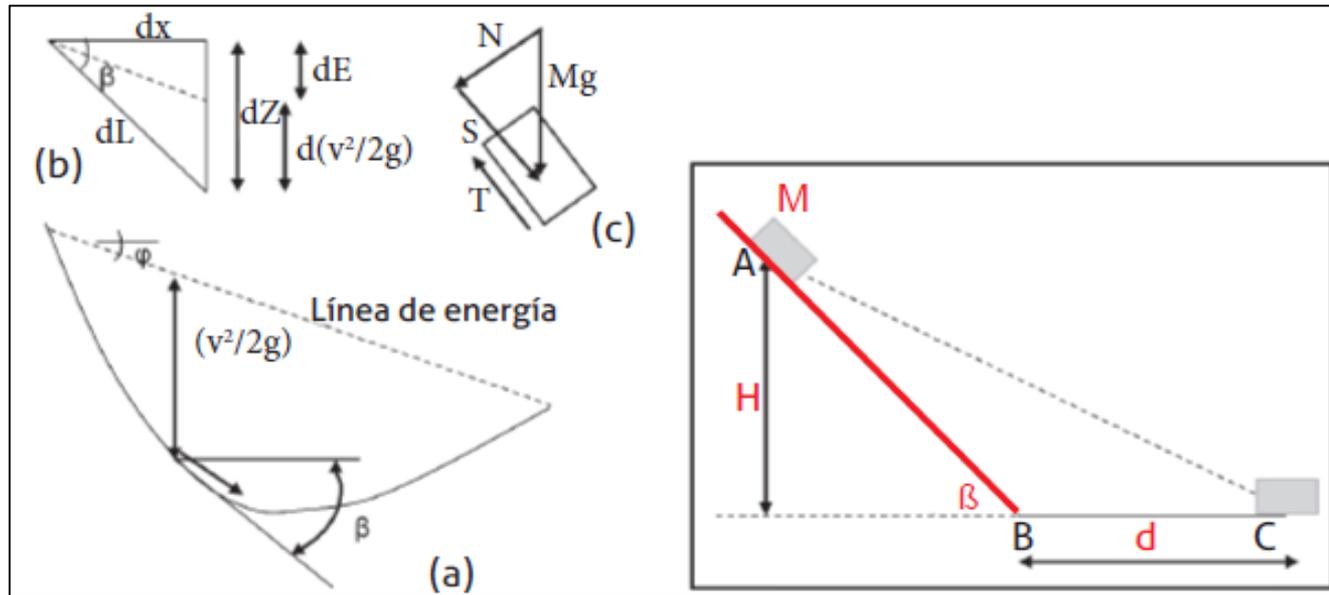
VARIABLE DEPENDIENTE		ECUACIÓN
Corte talud	Promedio	$\text{Log } L = 0,109 + 1,010 \text{ Log } H - 0,506 \text{ Log } (\tan \delta)$

**Fuente:** Finlay et al., 1999, en Hunger et al., 2005.

***H***: es la caída vertical,

***δ***: es el ángulo del talud

# METODOLOGÍA: INTENSIDAD (Velocidad)



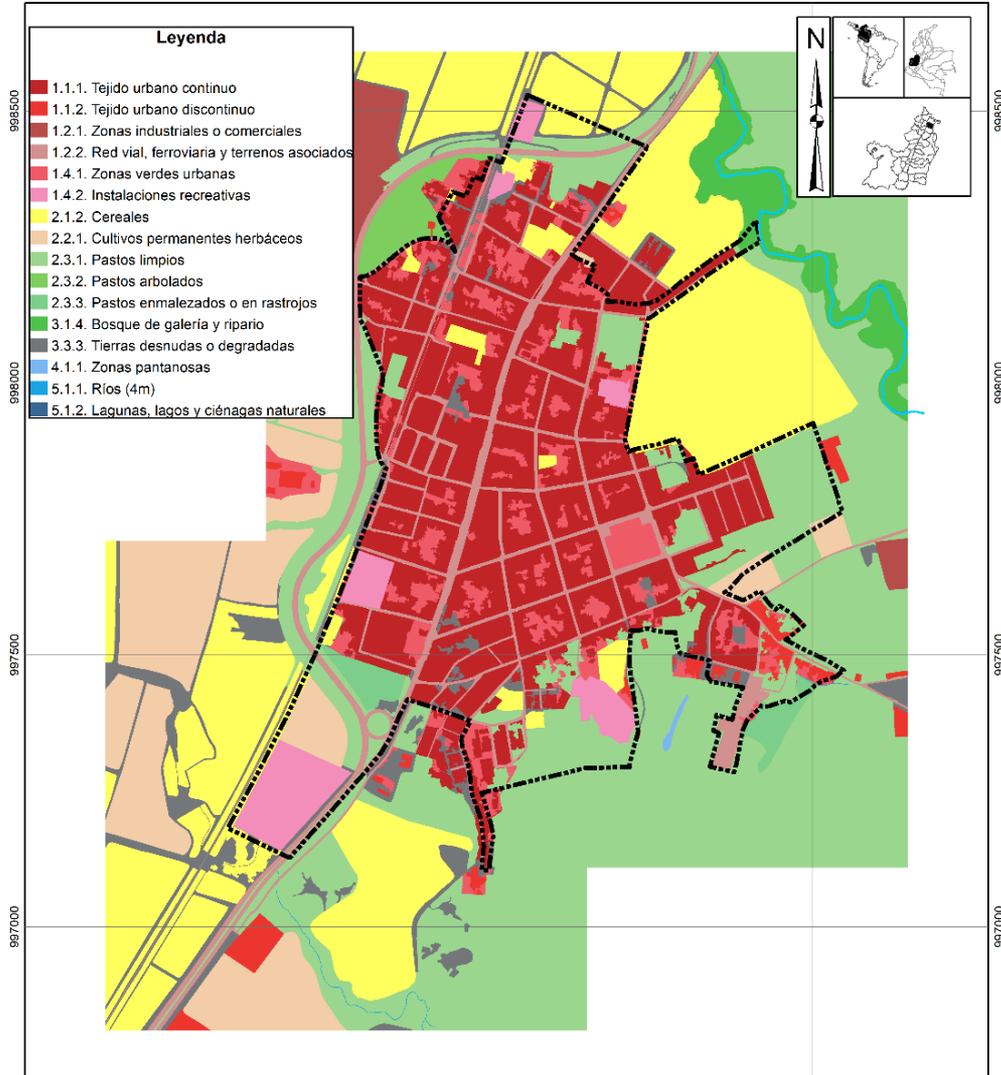
Bloque deslizante, consideraciones dinámicas. a) Perfil de la trayectoria. b) Geometría local del contacto. c) Diagrama de fuerzas. d) Planteamiento del problema

$$V_{AB} \sqrt{2Hg} \left(1 - \frac{\tan\phi}{\tan\beta}\right)$$

$$V_{bc}^2 = V_{AB}^2 - 2g \tan\phi_p d$$

$$d = \left(1 - \frac{\tan\phi}{\tan\beta}\right) \frac{H}{\tan\phi_p}$$

**H**: es la caída vertical,  $\beta$ : *Inclinación del terreno*,  $\phi$ : ángulo de fricción interna en el talud (A-B),  $\phi_p$ : ángulo de fricción interna en la zona plana (B-C), **d**: Distancia de viaje, **g**: Gravedad



# MAPA COBERTURA DE LA TIERRA

## CONVENCIONES

- 1.1.1. Tejido urbano continuo
- 1.1.2. Tejido urbano discontinuo
- 1.2.1. Zonas industriales o comerciales
- 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
- 1.4.1. Zonas verdes urbanas
- 1.4.2. Instalaciones recreativas
- 2.1.2. Cereales
- 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
- 2.3.1. Pastos limpios
- 2.3.2. Pastos arbolados
- 2.3.3. Pastos enmalezados o en rastrojos
- 3.1.4. Bosque de galería y ripario
- 3.3.3. Tierras desnudas o degradadas
- 4.1.1. Zonas pantanosas
- 5.1.1. Ríos (4m)
- 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL  
DEL VALLE DEL CAUCA**

OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO  
DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO



UNIVERSIDAD DEL VALLE

CONVENIO 070 DE 2018



### CONVENCIONES

Perímetro Urbano	Drenaje Sencillo	Límite Vía
Ciénaga	Estado Drenaje	Tipo Límite
Embalse	Intermitente	Aproximado
Piscina	Permanente	Definido

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste

Proyección: Gauss - Kruger

Latitud origen: 4° 35'46".32 Norte

Longitud origen: 77° 04'39".03 Oeste

Falso norte: 1.000.000 m.

Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN

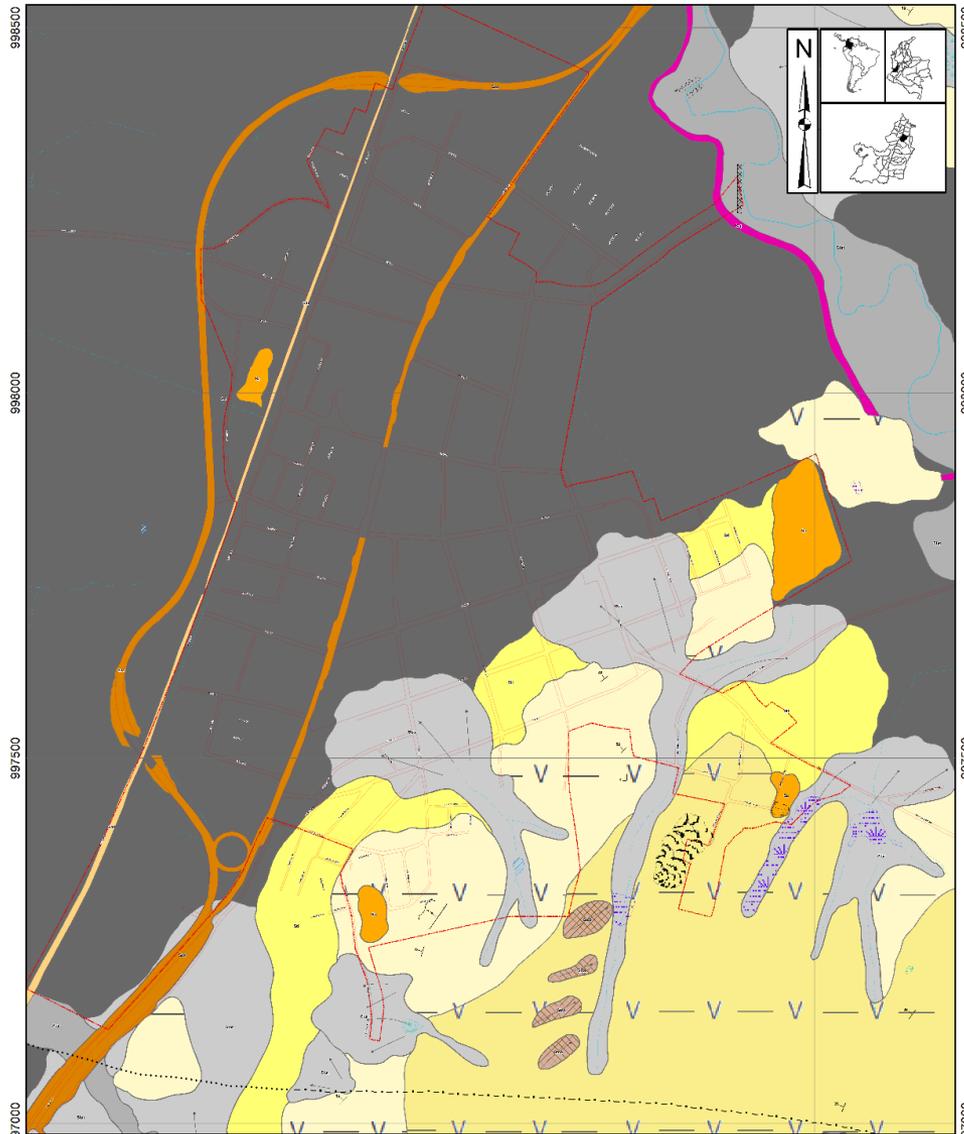
Cartografía básica:

IGAC - CVC

Escala de trabajo: 1:2000



1:13000



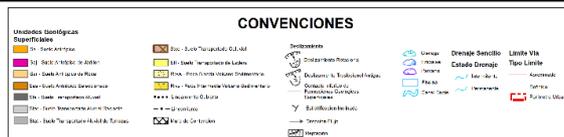
**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL  
DEL VALLE DEL CAUCA**  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO  
DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
UNIVERSIDAD DEL VALLE



CONVENIO 070 DE 2018

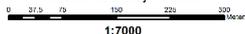


MAPA DE FORMACIONES  
GEOLOGICAS SUPERFICIALES  
MUNICIPIO DE OBANDO  
ZONA URBANA



Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35'46".32 Norte  
Longitud origen: 77° 04'39".03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
Cartografía básica:  
IGAC - CVC  
Escala de trabajo: 1:2000



# MAPA UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES

## CONVENCIONES

- Sa - Suelo Antrópico
- Saj - Suelo Antrópico de Jarillon
- Sar - Suelo Antrópico de Roca
- Sas - Suelo Antrópico Seleccionado
- Sta - Suelo Transportado Aluvial
- Star - Suelo Transportado Aluvial Reciente
- Stat - Suelo Transportado Aluvial de Terrazas
- Stco - Suelo Transportado Coluvial
- Stl - Suelo Transportado de Ladera
- Rbvs - Roca Blanda Volcano Sedimentario
- Rivs - Roca Intermedia Volcano Sedimentario
- Lineamiento Cubierto
- Lineamiento
- Muro de Contencion



# MAPA DE REPORTE DE MOVIMIENTOS EN MASA

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
UNIVERSIDAD DEL VALLE



CONVENIO 070 DE 2018



MAPA DE MOVIMIENTOS EN MASA  
MUNICIPIO DE OBANDO  
ZONA URBANA

### CONVENCIONES

<ul style="list-style-type: none"> <li> Edificación</li> <li> Edificación reportada</li> <li> Edificación "Under Construction"</li> <li> Edificación reportada</li> <li> Edificación reportada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Calle</li> <li> Calle</li> <li> Calle</li> <li> Calle</li> <li> Calle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Drenaje</li> <li> Drenaje</li> <li> Drenaje</li> <li> Drenaje</li> <li> Drenaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Límite Via</li> <li> Límite</li> <li> Límite</li> <li> Límite</li> <li> Límite</li> </ul>
---	--	--	---

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35'46" 32 Norte  
Longitud origen: 77° 04'39" .03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
Cartografía básica:  
IGAC - CVC  
Escala de trabajo: 1:2000





# MAPA DE LOCALIZACIÓN EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Tipo de sondeo	Cantidad	Profundidad	
	Perforación	19	5
	Apique	20	2
	Línea Sísmica	6	30

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
UNIVERSIDAD DEL VALLE



CONVENIO 070 DE 2018

SONDEOS GEOTÉCNICOS  
MUNICIPIO DE OBANDO  
ZONA URBANA

**CONVENCIONES**

<b>SONDEOS</b>	Perímetro urbano	Ciénaga	Drenaje Sencillo	Límite Via
Perforaciones (P)	Manzana	Embalse	Estado Drenaje	Tipo Límite
Apiques (AP)	Pantano	Intermitente	Permanente	Aproximado
Líneas Sísmicas (L.S)		Límite de inundación		Definido

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35'46".32 Norte  
Longitud origen: 77° 04'39".03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

**FUENTE DE INFORMACIÓN**  
Cartografía básica:  
CVC- Planeación Municipal Obando  
Escala de trabajo 1:2000

1:8000

Nota: Las fronteras, los nombres y toda otra información contenida en este mapa no demuestran, por parte de la CVC y las instituciones participantes, juicio alguno sobre la corrección política de ninguno de los territorios, ni aprobación ni aceptación de ninguno de tales fronteras.

# EXPLORACION GEOTÉCNICA: PERFORACIONES



# EXPLORACIÓN GEOTÉCNIA: APIQUES

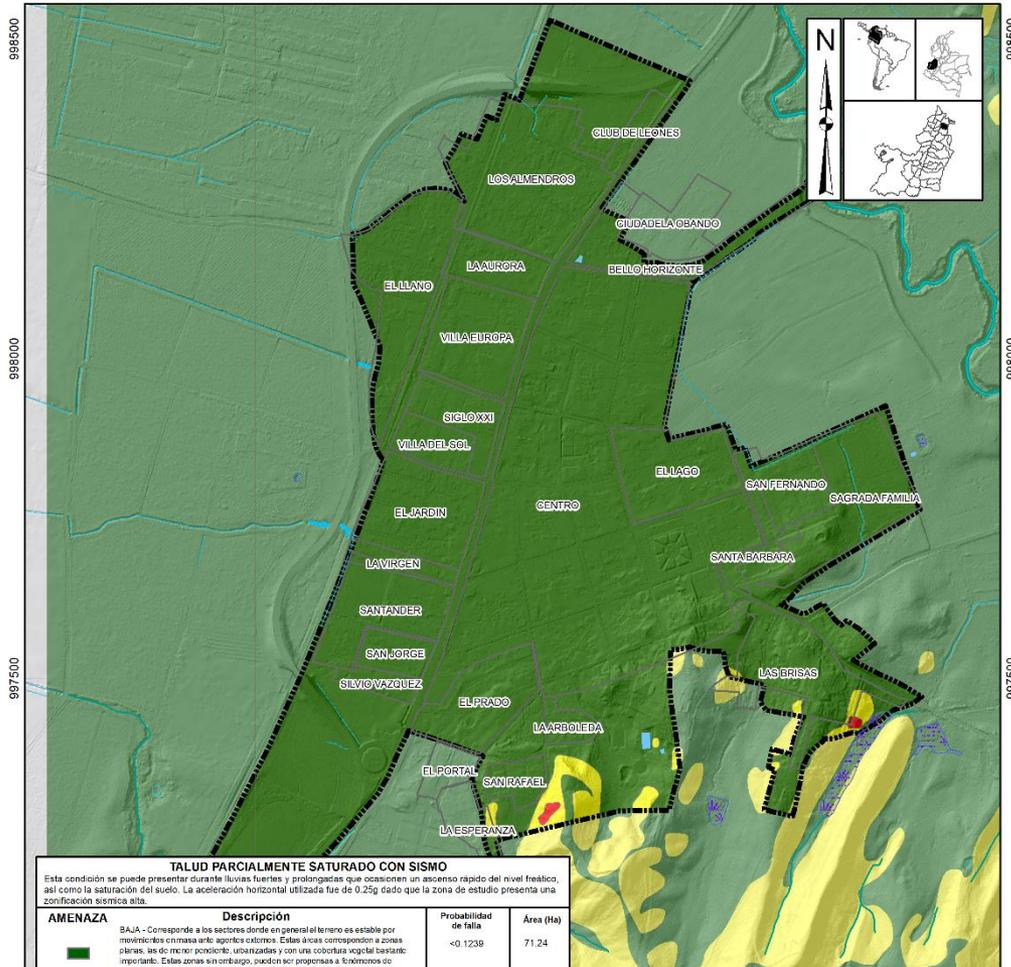


# EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA: LÍNEAS SÍSMICAS



# Resultados del cálculo del nivel freático para diferentes periodos de retorno en relación con las Unidades Geológicas Superficiales

UNIDAD GEOLOGICA SUPERFICIAL	PROFUNDIDAD N.F. (m)	PROFUNDIDAD N.F. (mm)	INTENSIDAD TR 5 AÑOS (mm/hr)	INTENSIDAD TR 10 AÑOS (mm/hr)	INTENSIDAD TR 25 AÑOS (mm/hr)	INTENSIDAD TR 50 AÑOS (mm/hr)	INTENSIDAD TR 100 AÑOS (mm/hr)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	CV Pf (mm)	P.N.F <sub>5</sub> (m)	P.N.F <sub>10</sub> (m)	P.N.F <sub>25</sub> (m)	P.N.F <sub>50</sub> (m)	P.N.F <sub>100</sub> (m)
Sa	5.00	5000	104.00	119.00	142.00	162.00	185.00	2073.64	45.08	2.43	2.07	1.52	1.04	0.49
Saj	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Sar	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Sas	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Sta	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Star	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Stat	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Stco	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Stl	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Rbvs	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51
Rivs	5.00	5000						1581.14	31.62	2.45	2.09	1.54	1.06	0.51



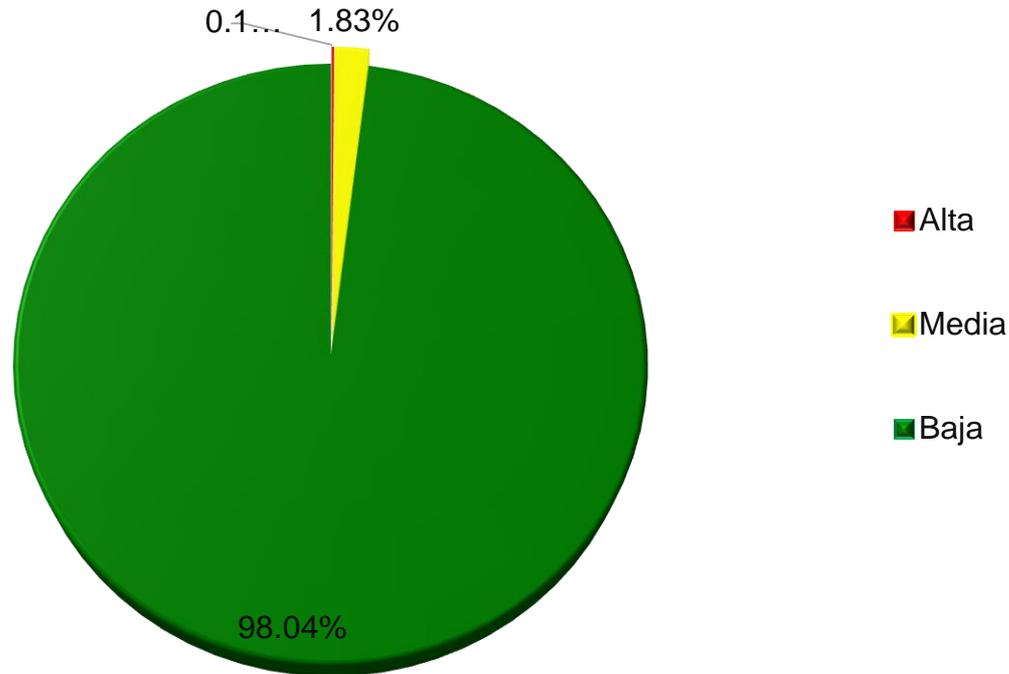
# MAPA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Área (ha)		
0,094	1,33	71,24

NIVEL DE AMENAZA	DESCRIPCIÓN
<b>Alta</b>	Corresponden a sectores de pendientes medias a fuertes, caracterizadas por presentar un espesor importante de la capa de suelo. El mecanismo de falla predominante es de tipo rotacional. Estas zonas se caracterizan por la falla del talud, por efecto de algunos de los agentes externos previamente descritos o por la combinación de ellos.
<b>Media</b>	Estos sectores se caracterizan por presentar pendientes intermedias, y se encuentran ubicadas en la generalidad de los casos en el sector montañoso, donde el mecanismo de falla es de tipo traslacional. Estos sectores se caracterizan adicionalmente, por presentar una buena cobertura vegetal.
<b>Baja</b>	Corresponde a los sectores donde en general el terreno es estable por movimientos en masa ante agentes externos. Estas áreas corresponden a zonas planas, las de menor pendiente, urbanizadas y con una cobertura vegetal bastante importante. Estas zonas sin embargo, pueden ser propensas a fenómenos de inundación y flujos torrenciales.

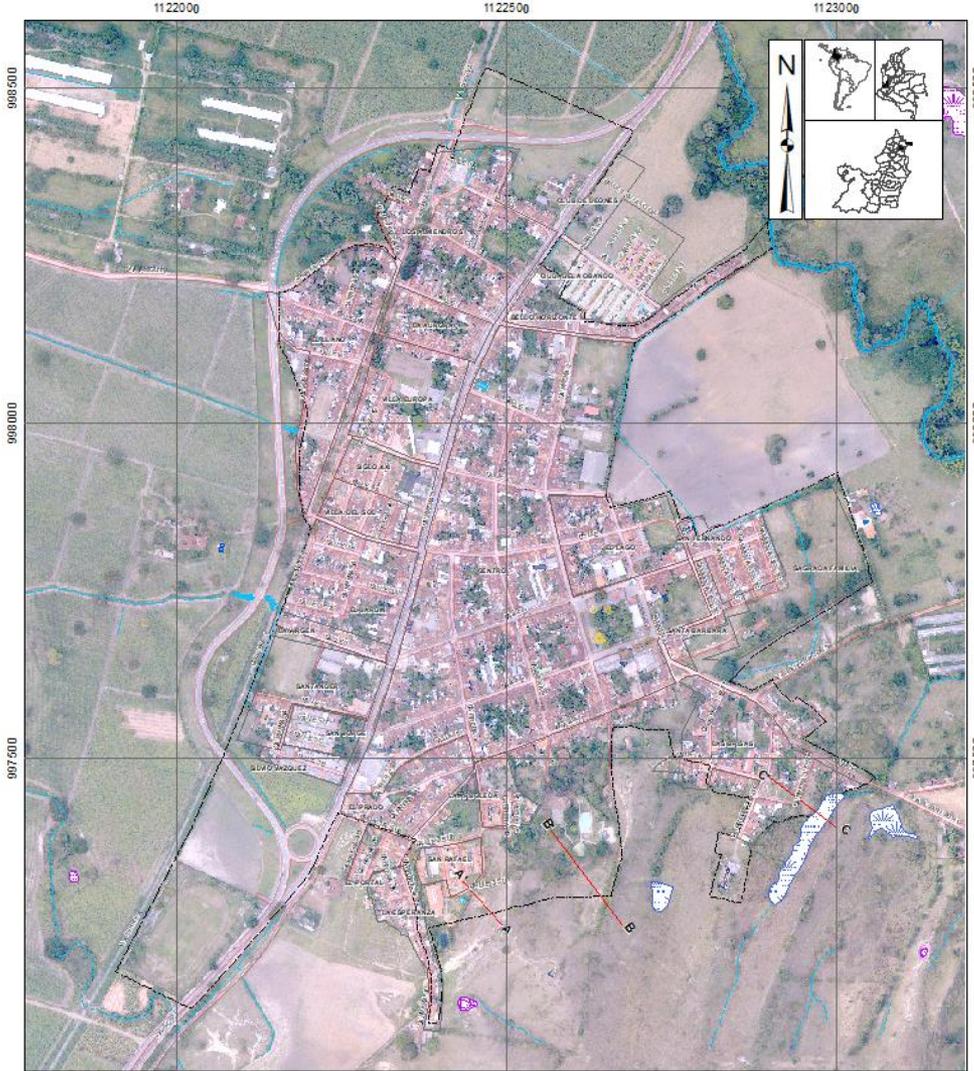
# DISTRIBUCIÓN DE NIVELES DE AMENAZA PARA LA CONDICIÓN FUTURA

% NIVEL DE AMENAZA FRENTE A MOVIMIENTOS EN MASA



Porcentaje de amenaza por movimientos en masa en los sectores más afectados

BARRIO	PORCENTAJE DE AMENAZA (MM) POR BARRIO (Ha) y (%)					
	ALTA	Porcentaje (%)	MEDIA	Porcentaje (%)	BAJA	Porcentaje (%)
Las Brisas	0,007	7,351	0,1709	12,853	2,400	3.370



# MAPA UBICACIÓN DE SECCIONES PARA CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
**OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO**  
**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
 CONVENIO 070 DE 2018

CONVENCIONES				
Perfiles geotécnicos	Área de estudio	Puntos de estudio	Demarcación Estado Demarcación	Límite Via Tipo Límite
Barrios	Manzanas	Cuenca	Límite de zona de influencia	Límite

UBICACIÓN DE SECCIONES DE ANÁLISIS  
 MUNICIPIO DE OBANDO  
 ZONA URBANA

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35'46".32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04'39".03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
 Cartografía básica:  
 IGAC - CVC  
 Escala de trabajo: 1:2000

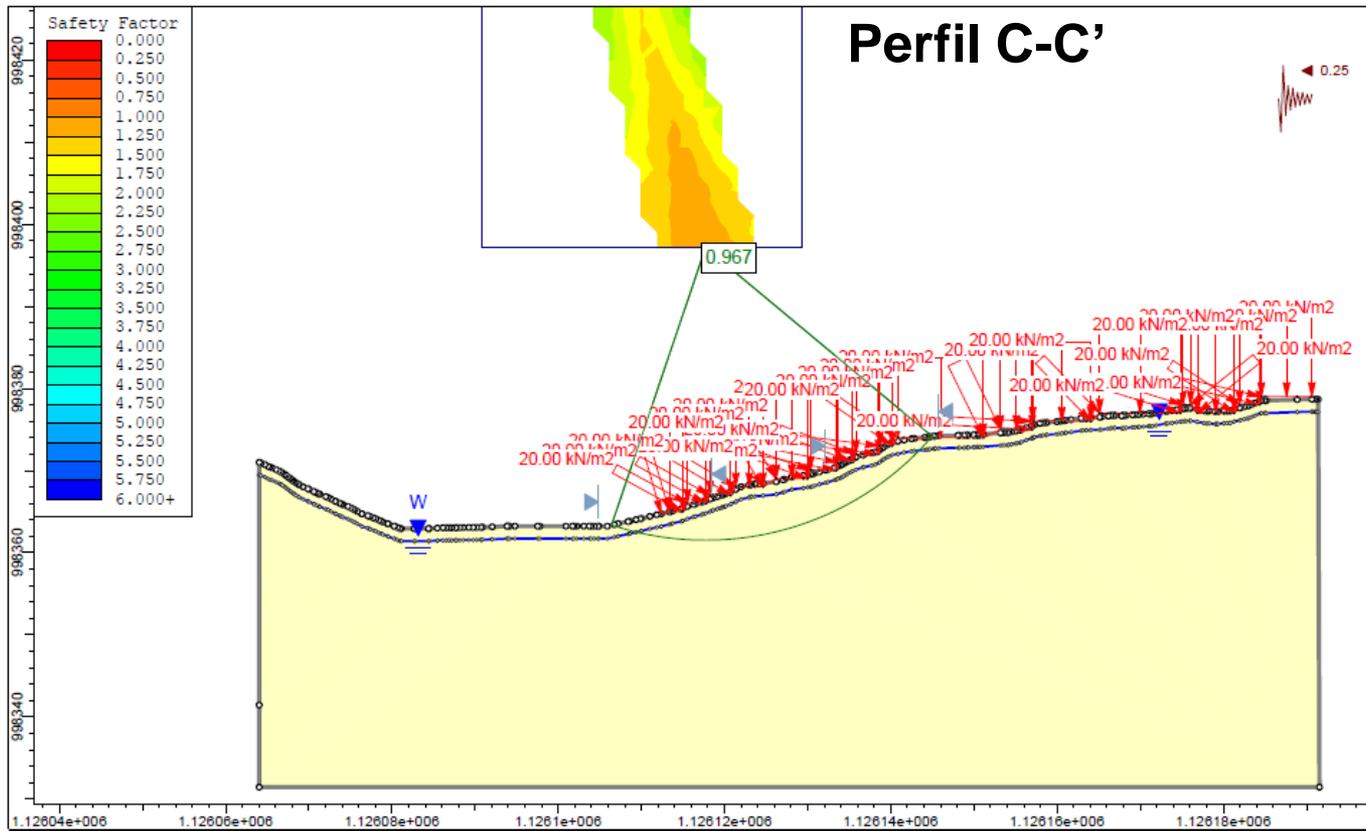


Todas las fotografías, los croquis y toda otra información contenida en este mapa no deberían, por parte de la CVC y los institucionales participantes, pasar a formar parte de la condición jurídica de seguro de los asentamientos, ni aprobación ni aceptación de ninguno de tales asentamientos.

# ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN C-C', ESCENARIO FUTURO, CONDICIÓN SIN OBRAS

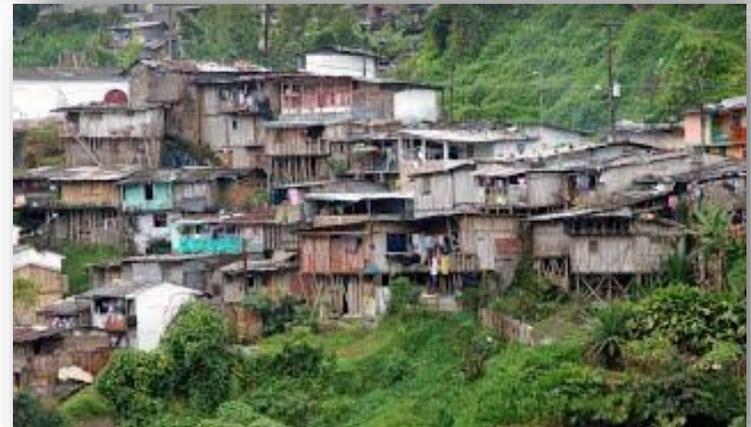
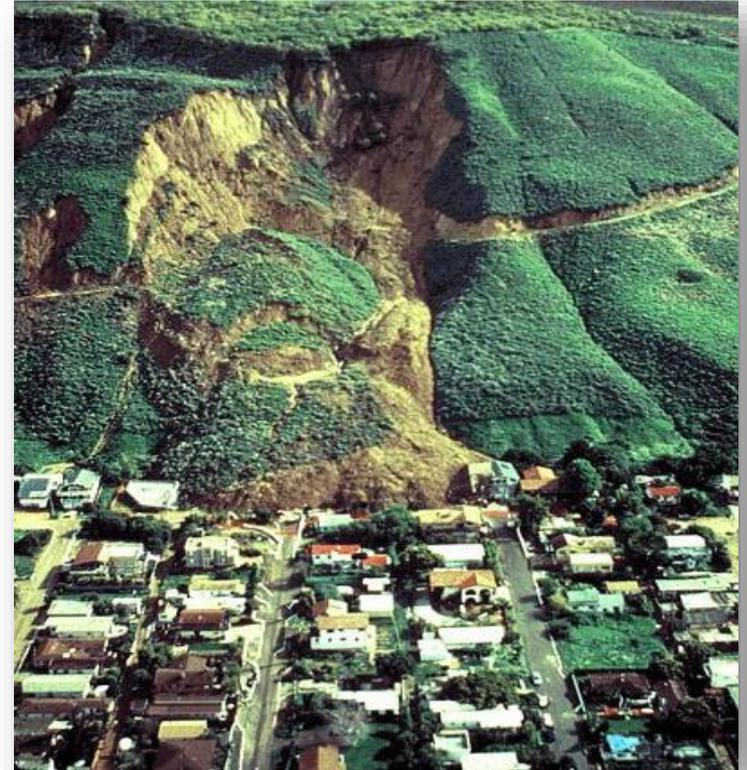
## CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

SECCION	MAGNITUD Volumen (m <sup>3</sup> )	INTENSIDAD Velocidad (m/s)	DISTANCIA DE VIAJE (m)
A-A'	11.517	2,9	16
B-B'	5.824	1,7	8
C-C'	2.069	0,8	7



# METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente (Ley 1523 de 2012).



$$V = E * F$$

Dónde: V: es Vulnerabilidad, E: representa la Exposición y F: corresponde a la Fragilidad

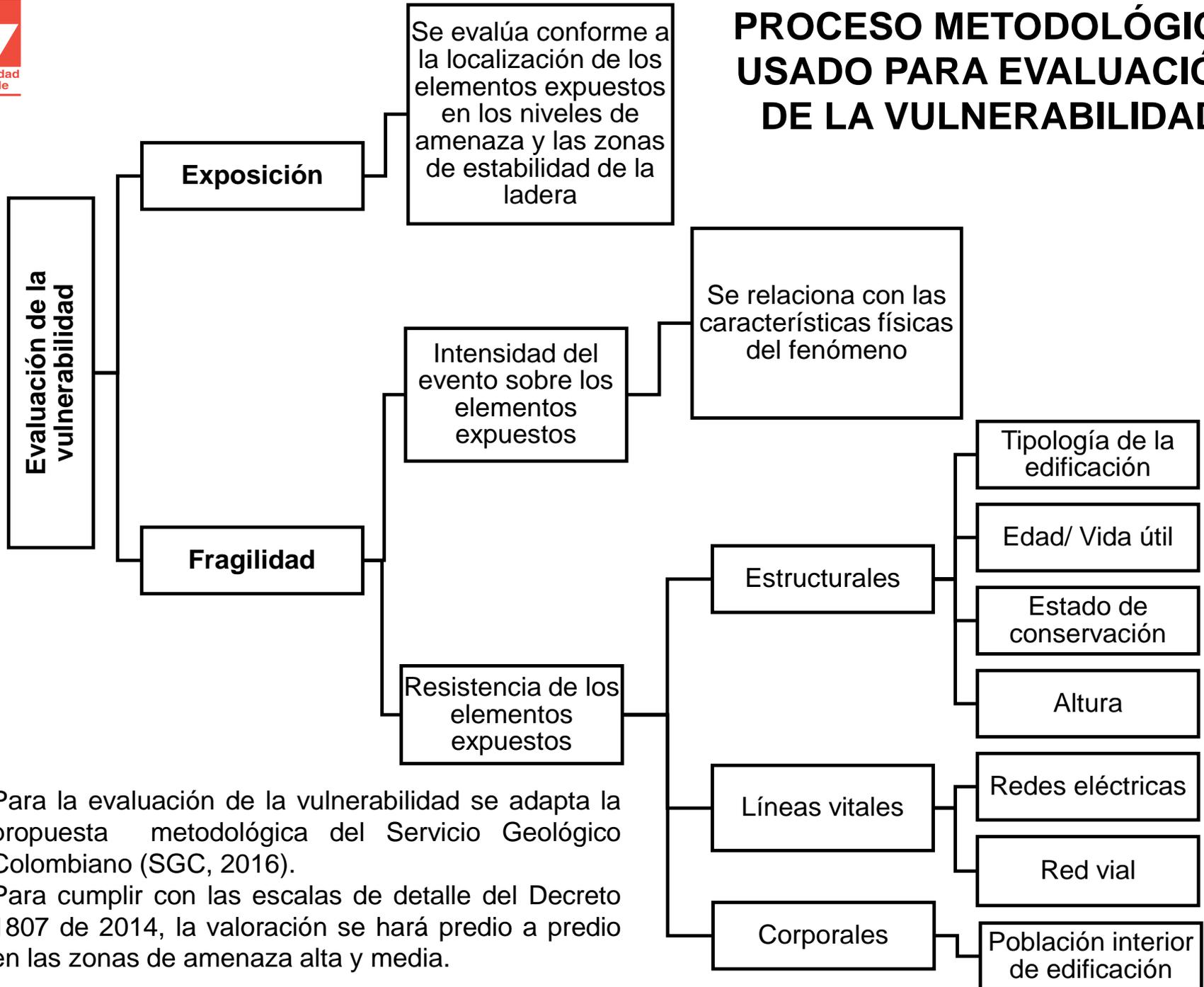
## EXPOSICIÓN

Incluyen tanto elemento físico (bienes e infraestructura) y corporales (personas), que por su localización pueden resultar afectados por la materialización de una amenaza (SGC, 2016).

## FRAGILIDAD

Se refiere al nivel de resistencia y protección frente al impacto de un peligro o amenaza, es decir las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social por las condiciones socioeconómicas.

# PROCESO METODOLÓGICO USADO PARA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD



- Para la evaluación de la vulnerabilidad se adapta la propuesta metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2016).
- Para cumplir con las escalas de detalle del Decreto 1807 de 2014, la valoración se hará predio a predio en las zonas de amenaza alta y media.

$$V = \frac{1}{2} \text{Exp} \left( \frac{1-I}{S} \right)^2 \quad I \leq 1 - S$$

$$V = 1 - \frac{1}{2} \text{Exp} \left( \frac{1-I}{S} \right)^2 \quad I > 1 - S$$

Donde:

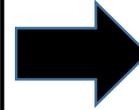
*V*: vulnerabilidad

*Exp*: exposición

*I*: Intensidad

*S*: factor de seguridad (resistencia)

(*V*, *Exp*, *I*, *S*) son adimensionales  $\epsilon [0, 1]$

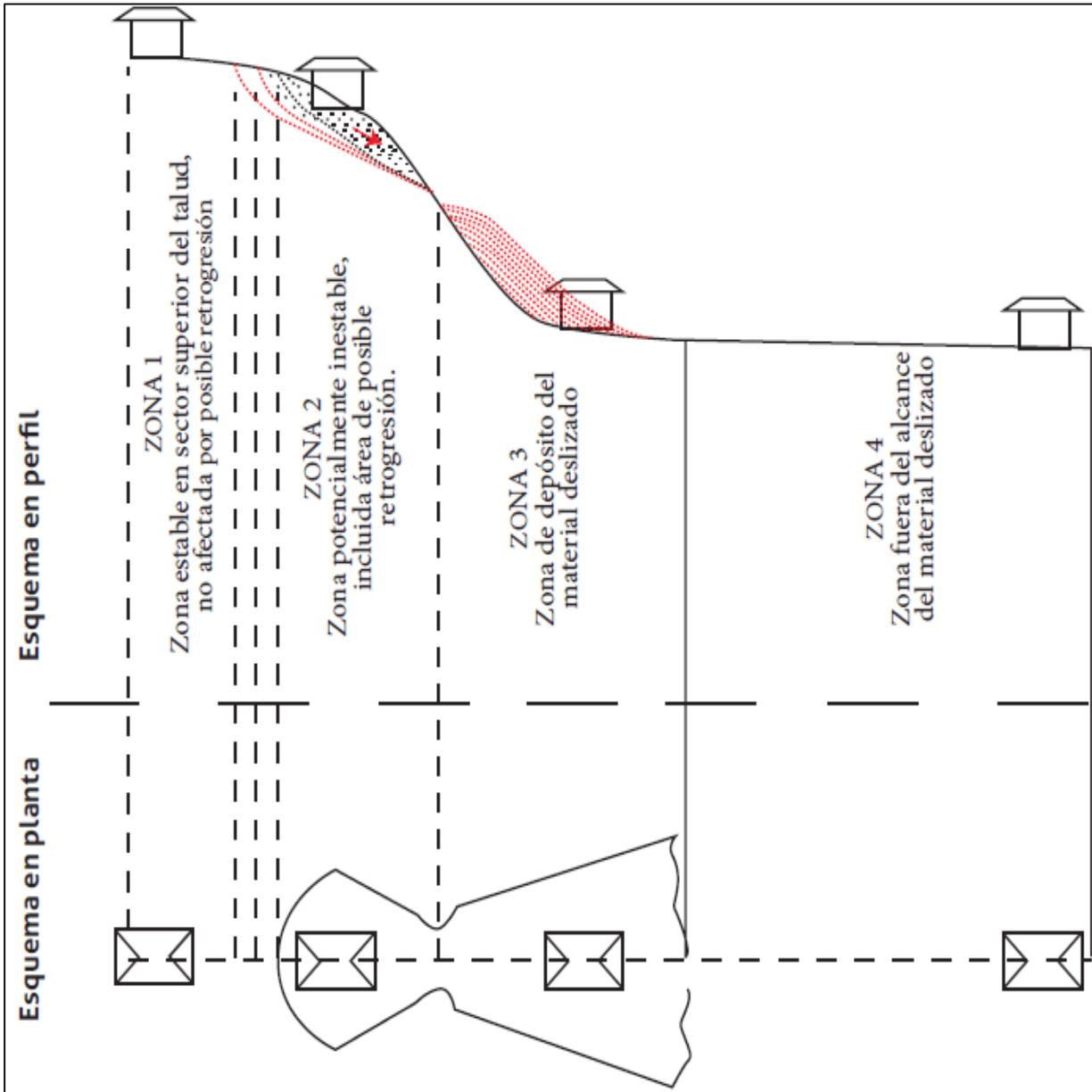


La fragilidad está  
representada por:

$$\left( \frac{1-I}{S} \right)^2 \quad \text{o} \quad \left( \frac{I}{1-S} \right)^2$$

CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	VALOR DE VULNERABILIDAD
<b>ALTA</b>	0,60-1,00
<b>MEDIA</b>	0,30-0,60
<b>BAJA</b>	0,00-0,30

# ZONAS DE EXPOSICIÓN ANTE MOVIMIENTO EN MASA



ZONAS EXPOSICIÓN	VALOR
1	0
2	1
3	0,8
4	0

Fuente: SGC, 2016.

## Intensidad

- Edificaciones:

$$I = 1 - (1 - I_{f-pre}) (1 - I_{f-prof})$$

(velocidad, profundidad y densidad).

- Redes eléctricas: altura deslizamiento/ altura poste (presión).
- Vías: distancia de viaje de la masa y ancho.

## Factor de resistencia

- Edificaciones:
 
$$S_e = 1 - [(1 - S_{tip}) * (1 - S_{alt}) * (1 - S_{con}) * (1 - S_{ser})]$$
- Redes eléctricas: material- carga nominal de rotura.
- Vías: ancho.
- Corporal: en función de la estructural.

Clasificación de la resistencia	Valor
BAJA	0,60-1,00
MEDIA	0,30-0,60
ALTA	0,00-0,30

# INSUMOS Y EQUIPOS USADOS DURANTE LA TOMA DE DATOS EN CAMPO

## Cartografía



Dispositivo Móvil



Cámara

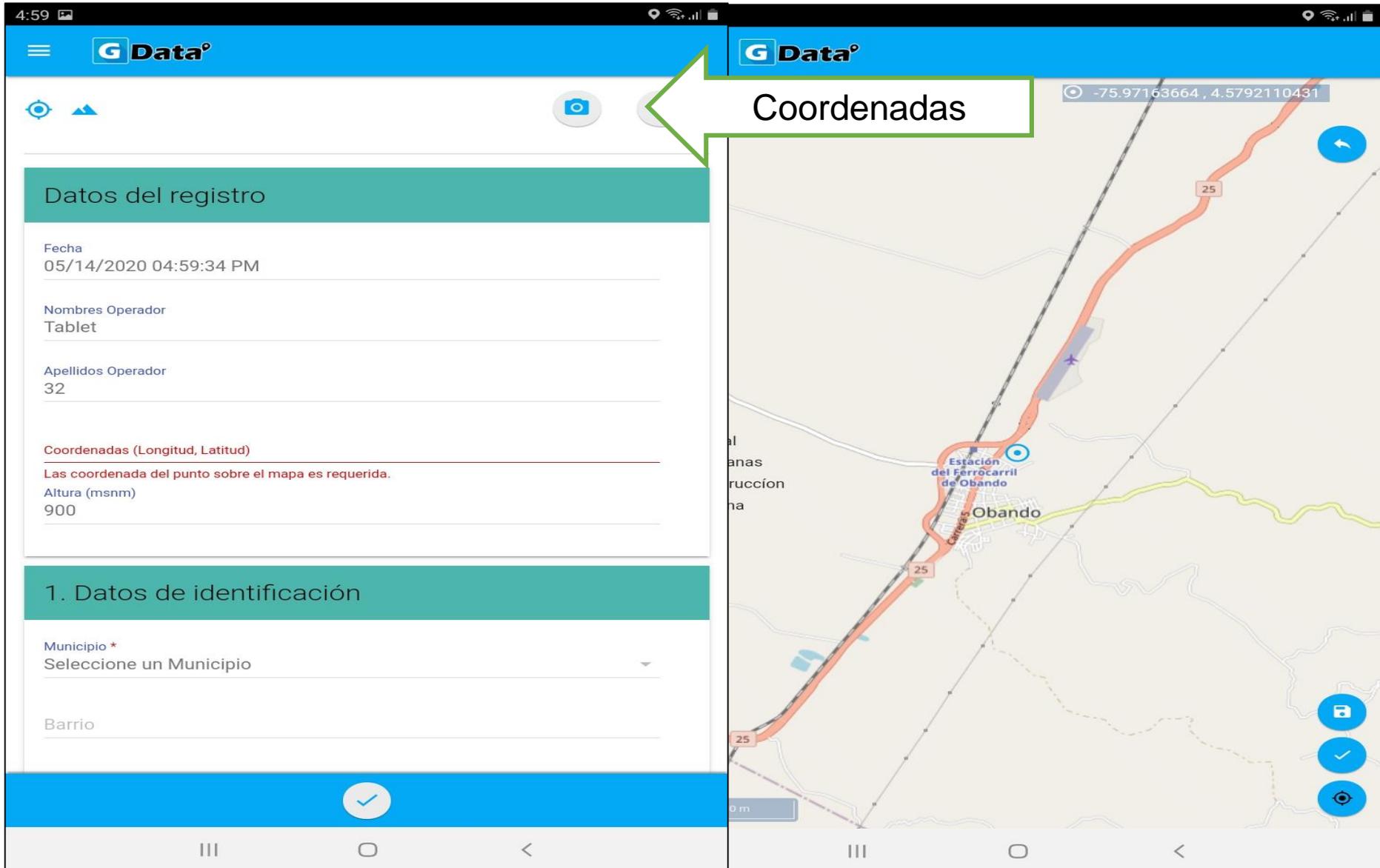


GPS



Distanciometro

# APLICACIÓN DIGITAL USADA PARA TOMA DE DATOS EN CAMPO - GISDATA



The screenshot displays the GISDATA mobile application interface. The top status bar shows the time as 4:59. The app's header is blue with the 'G Data°' logo. On the left, a sidebar menu is visible. The main content area is divided into two sections: 'Datos del registro' and '1. Datos de identificación'. The 'Datos del registro' section contains fields for 'Fecha' (05/14/2020 04:59:34 PM), 'Nombres Operador' (Tablet), 'Apellidos Operador' (32), and 'Altura (msnm)' (900). A red error message is displayed under the 'Coordenadas' field: 'Las coordenada del punto sobre el mapa es requerida.' The '1. Datos de identificación' section has a dropdown for 'Municipio \*' (Seleccione un Municipio) and a text field for 'Barrio'. A blue checkmark button is at the bottom of the form. On the right, a map shows the location of 'Estación del ferrocarril de Obando' with a red location pin. A green callout box with a white arrow points to the map, containing the text 'Coordenadas'. The map's top right corner displays the coordinates: '-75.97163664 , 4.5792110431'. The bottom of the screen shows the Android navigation bar.

4:59

G Data°

Coordenadas

-75.97163664 , 4.5792110431

Datos del registro

Fecha  
05/14/2020 04:59:34 PM

Nombres Operador  
Tablet

Apellidos Operador  
32

Coordenadas (Longitud, Latitud)  
Las coordenada del punto sobre el mapa es requerida.

Altura (msnm)  
900

1. Datos de identificación

Municipio \*  
Seleccione un Municipio

Barrio

Estación del ferrocarril de Obando

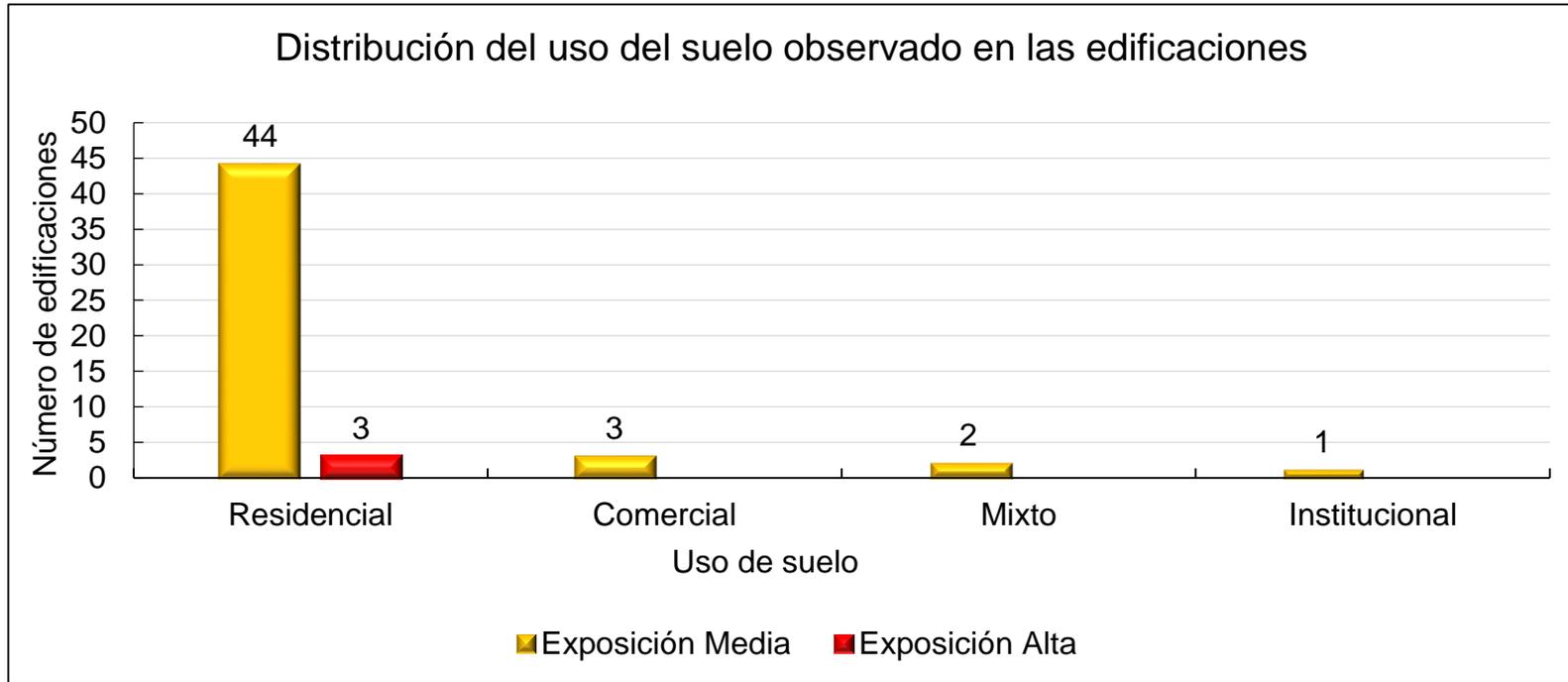
Obando

# TRABAJO DE CAMPO



# RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ANTE MOVIMIENTO EN MASA

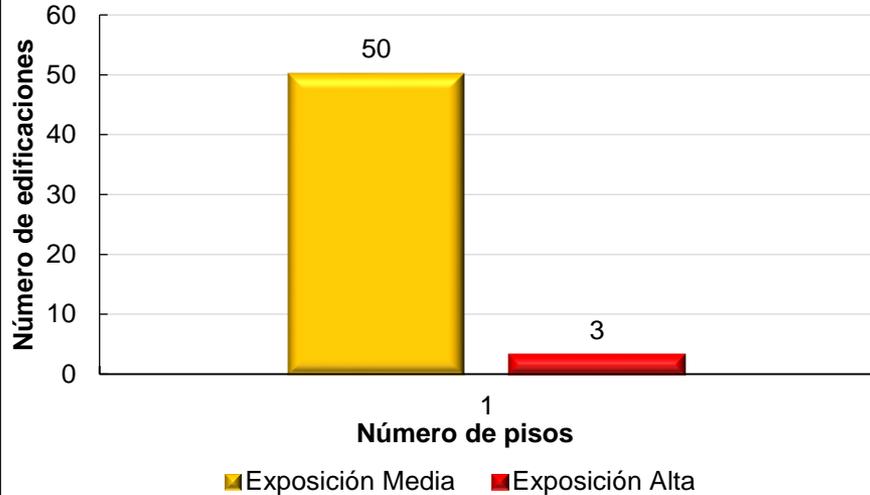
# USO DEL SUELO DE LAS EDIFICACIONES EXPUESTAS



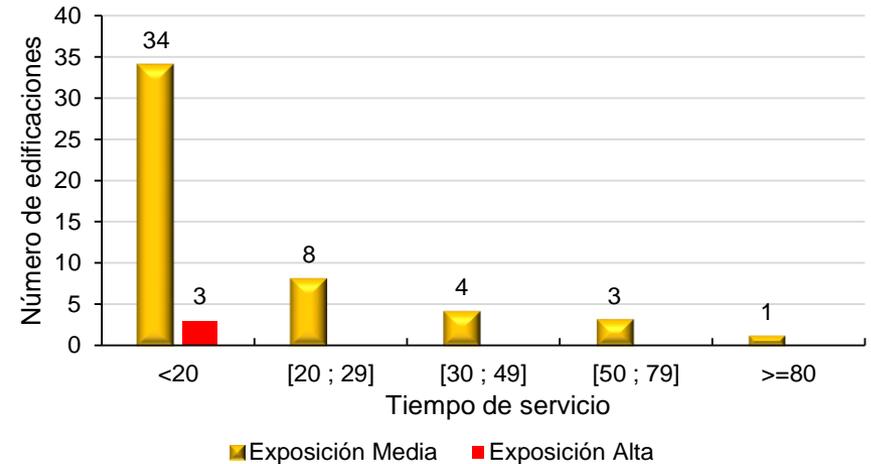
BARRIO	NÚMERO DE EDIFICACIONES		TOTAL
	EXPOSICIÓN MEDIA	EXPOSICION ALTA	
La Esperanza	3	0	3
Las Brisas	45	3	48
San Rafael	2	0	2
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>53</b>

# VARIABLES UTILIZADAS SOBRE EDIFICACIONES EXPUESTAS

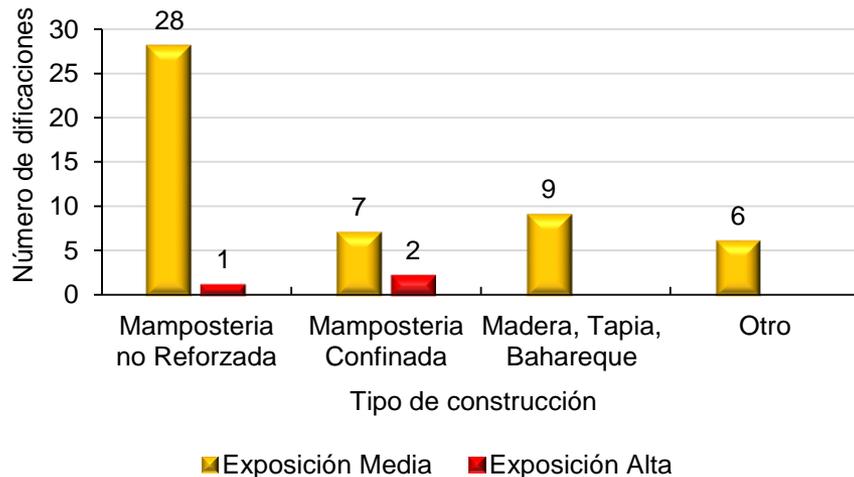
Distribución del número de pisos las edificaciones



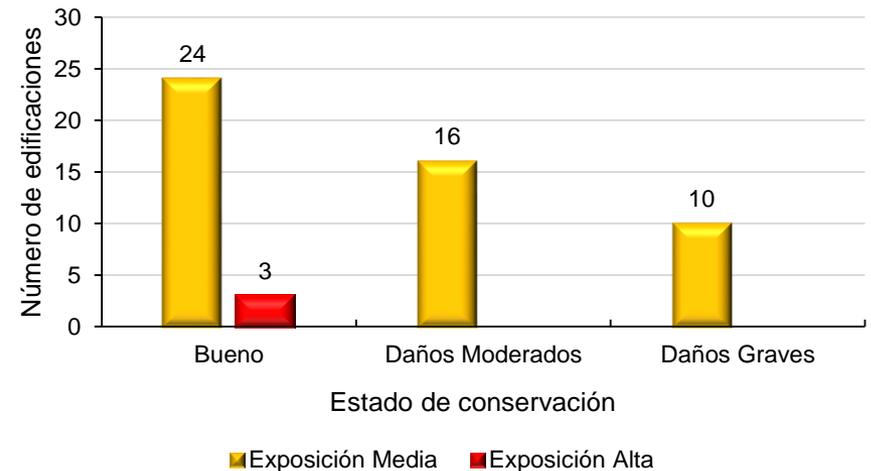
Distribución de la edad de las edificaciones expuestas



Distribución del tipo de construcción de las edificaciones

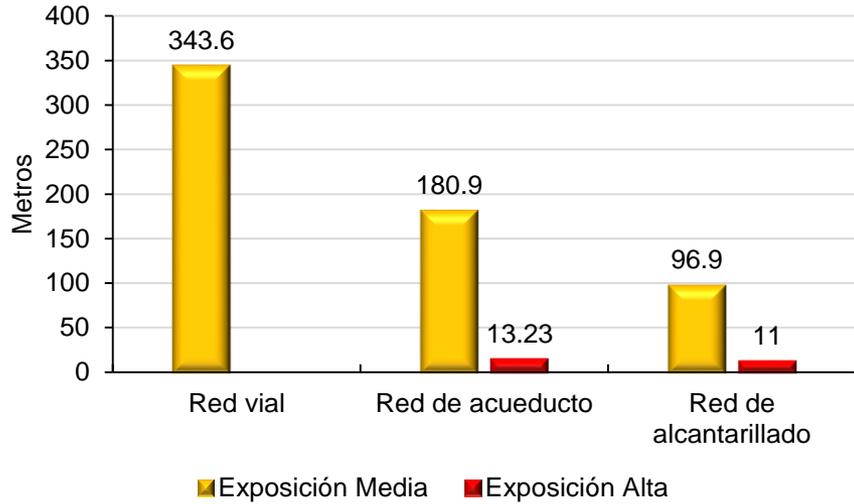


Distribución del estado de conservación de las edificaciones

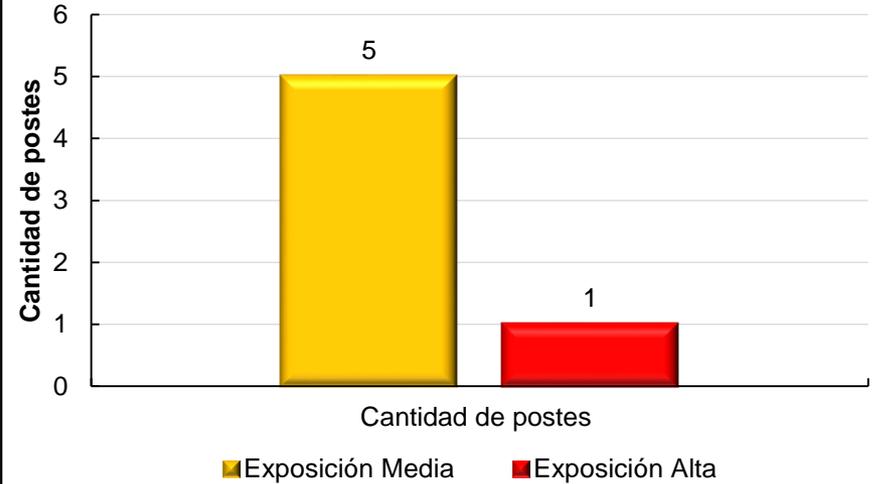


# LÍNEAS VITALES EXPUESTAS

Distribución de líneas vitales



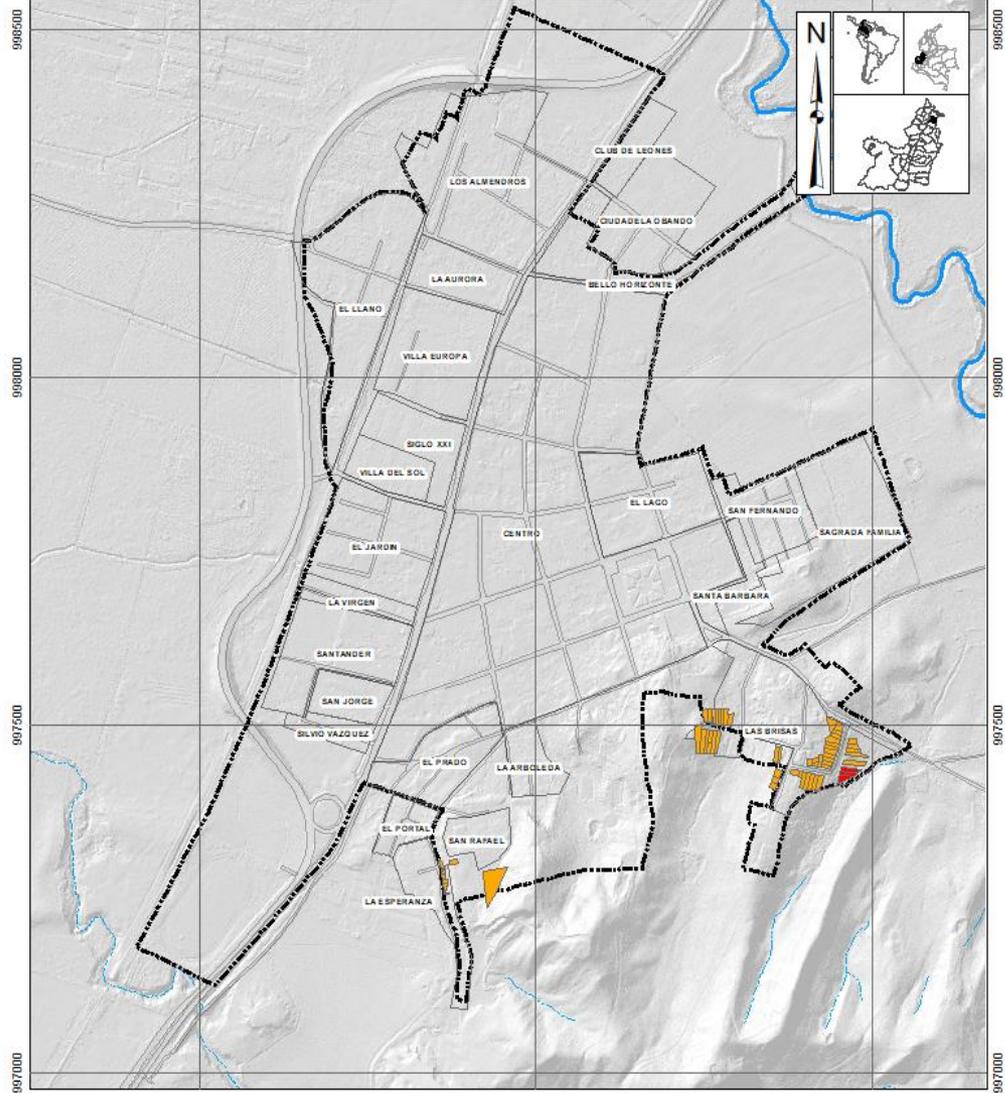
Distribución de red eléctrica



1122000

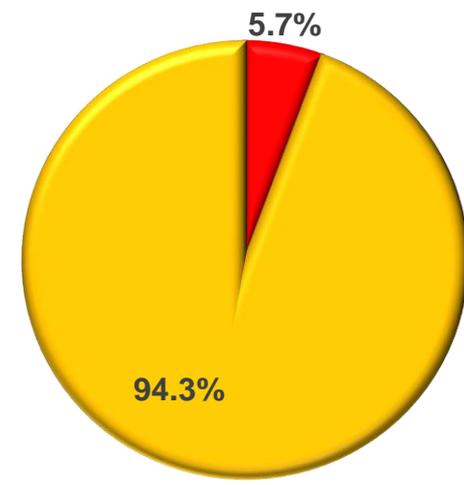
1122500

1123000

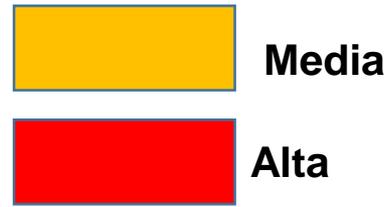


# MAPA EXPOSICIÓN ESTRUCTURAL ANTE MOVIMIENTO EN MASA

% Exposición de las edificaciones



## NIVELES DE EXPOSICIÓN



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
 UNIVERSIDAD DEL VALLE

CONVENCIONES			
<b>Exposición</b>	Zona de estudio	Drenaje Sencillo	Límite Vía
Media	Embalse	Estado Drenaje	Tipo Límite
Alta	Ciénaga	Intermitente	Aproximado
	Piscina	Permanente	Definido

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35' 46".32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04' 39".03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

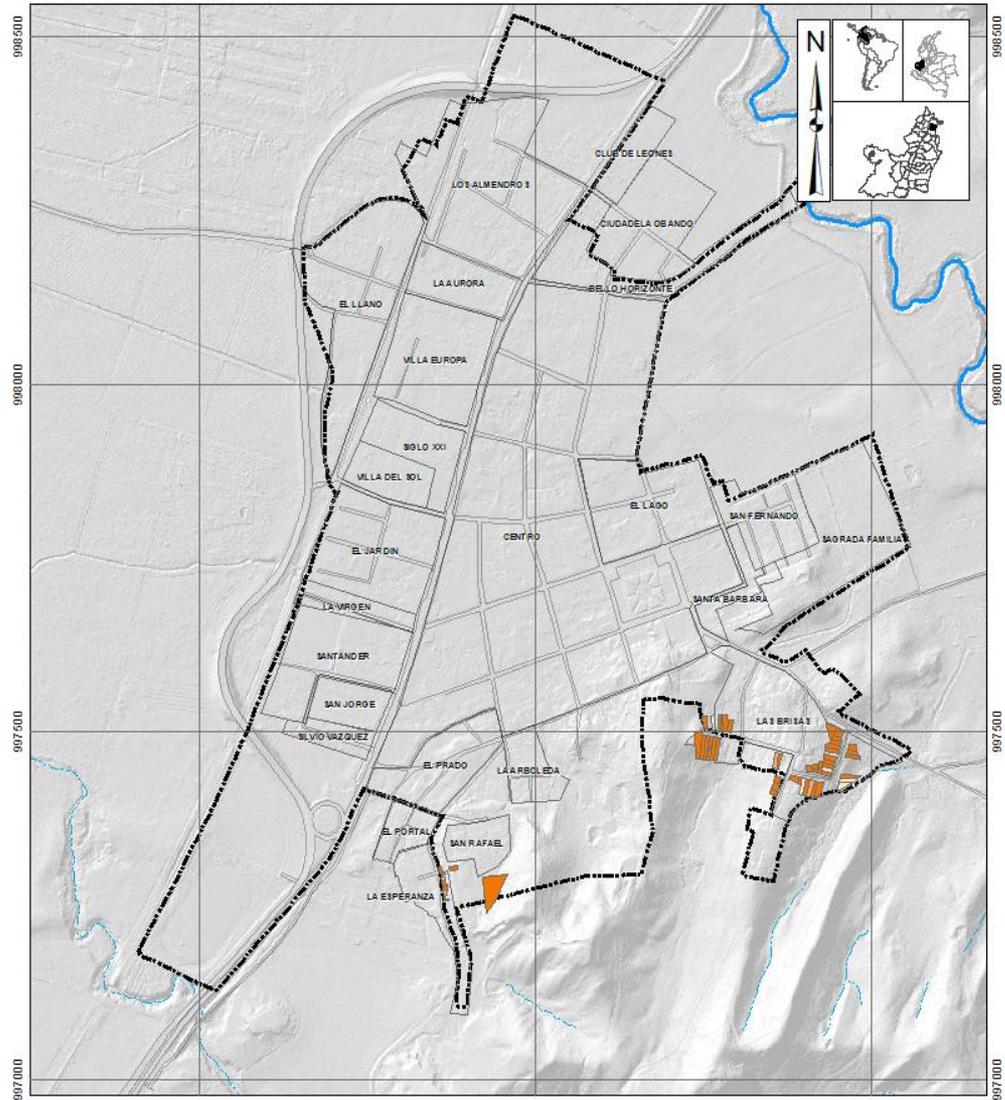
FUENTE DE INFORMACIÓN  
 Cartografía básica: CVC  
 Base de datos predial: IGAC - 2018  
 Cartografía con técnica LIDAR - 2014  
 Escala de trabajo: 1:2000

0 40 80 160 240 320 Metros  
 1:14000

CONVENIO 070 DE 2018

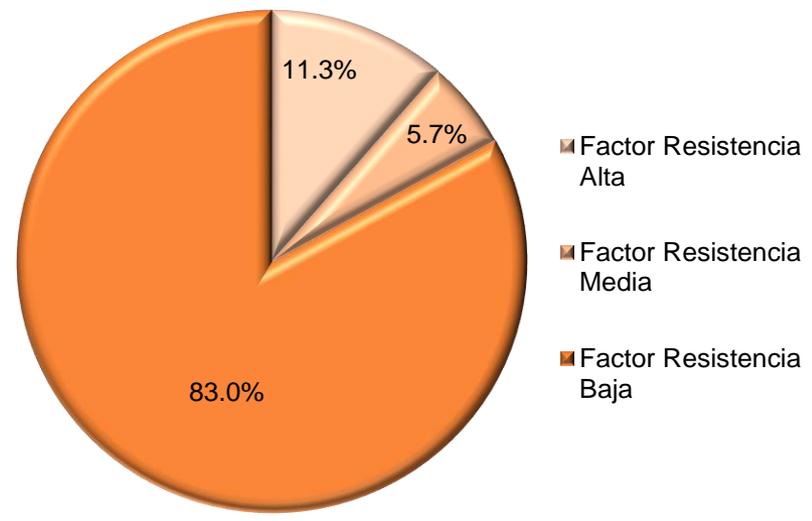
EXPOSICIÓN ESTRUCTURAL ANTE MOVIMIENTOS EN MASA  
 MUNICIPIO DE OBANDO  
 UNIDAD DE ANÁLISIS TERRITORIAL - PREDIO ZONA URBANA

1122000 1122500 1123000



# MAPA FACTOR DE RESISTENCIA CORPORAL ANTE MOVIMIENTO EN MASA

% Nivel del factor de resistencia corporal



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
 UNIVERSIDAD DEL VALLE  
 CONVENIO 070 DE 2018  
**FACTOR DE RESISTENCIA CORPORAL ANTE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 MUNICIPIO DE OBANDO  
 UNIDAD DE ANÁLISIS TERRITORIAL - PREDIO ZONA URBANA

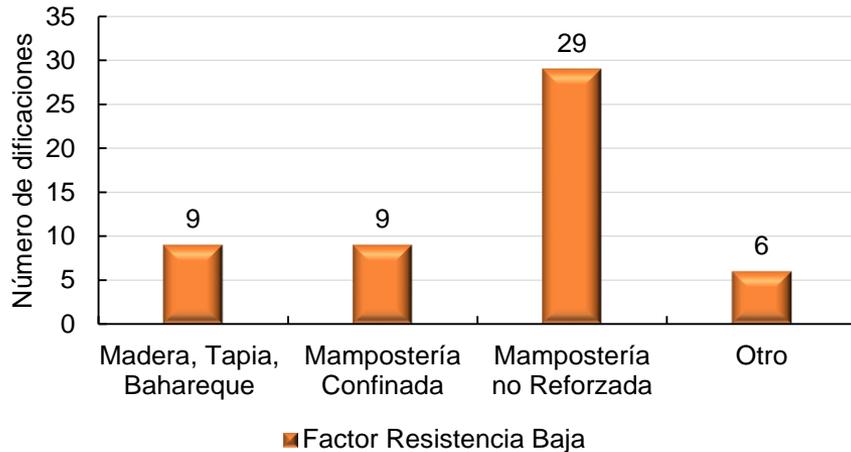
CONVENCIONES		
<b>Resistencia</b>	Zona de estudio	<b>Drenaje Sencillo</b>
Baja	Embalse	<b>Estado Drenaje</b>
Media	Ciénaga	Intermitente
Alta	Piscina	Permanente
		<b>Límite Via</b>
		Aproximado
		Definido

**Sistema de referencia:** MAGNA Colombia Oeste  
**Proyección:** Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35' 46" .32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04' 39" .03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

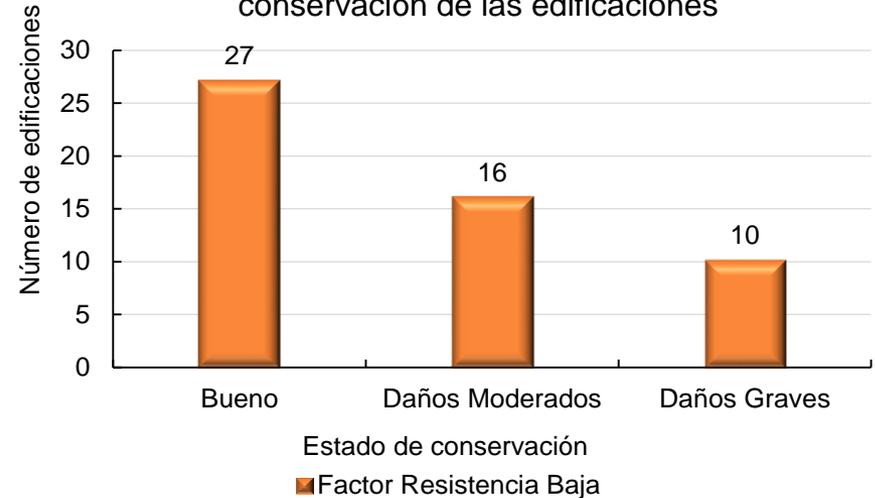
**FUENTE DE INFORMACIÓN**  
 Cartografía básica: CVC  
 Base de datos predial: IGAC - 2018  
 Cartografía con técnica LIDAR - 2014  
 Escala de trabajo: 1:2000

0 40 80 160 320 metros  
 1:14000

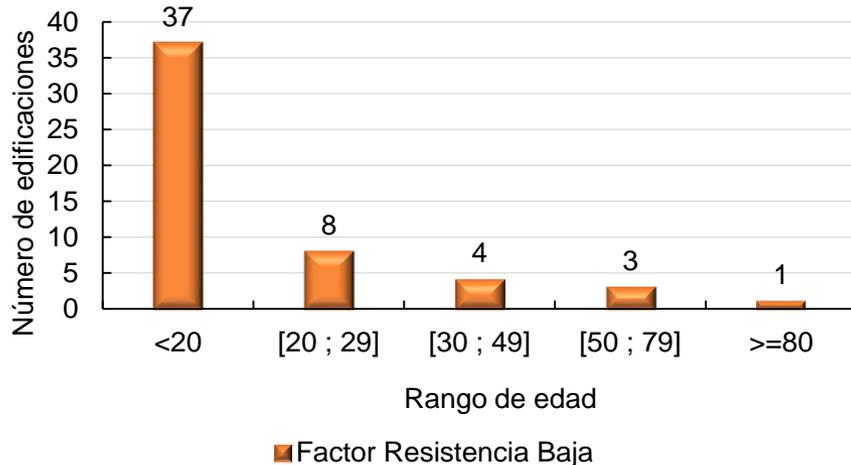
Factor de resistencia según el tipo de construcción de las edificaciones



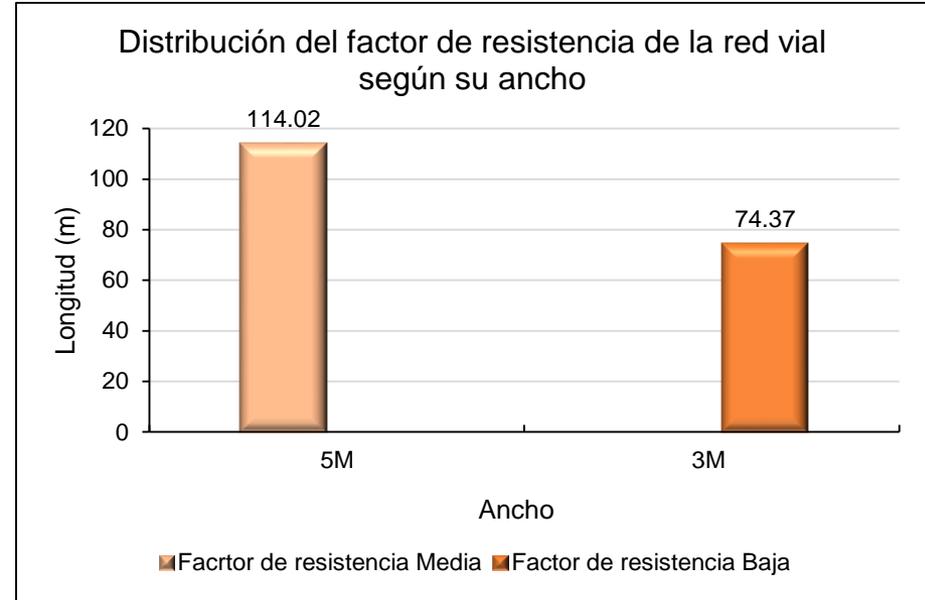
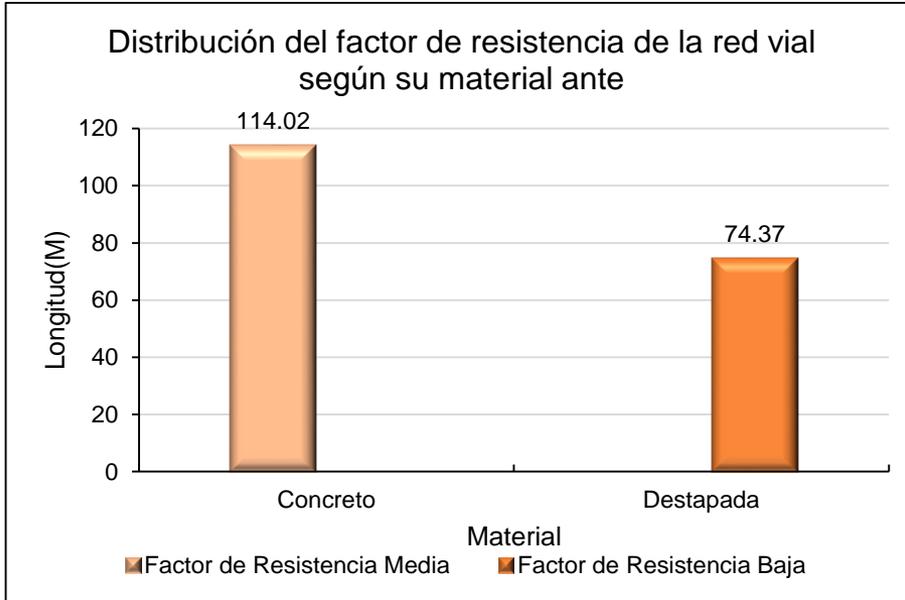
Factor de resistencia según el estado de conservación de las edificaciones



Factor de resistencia según la edad de las edificaciones



Altura	Número de edificaciones
1 piso	53

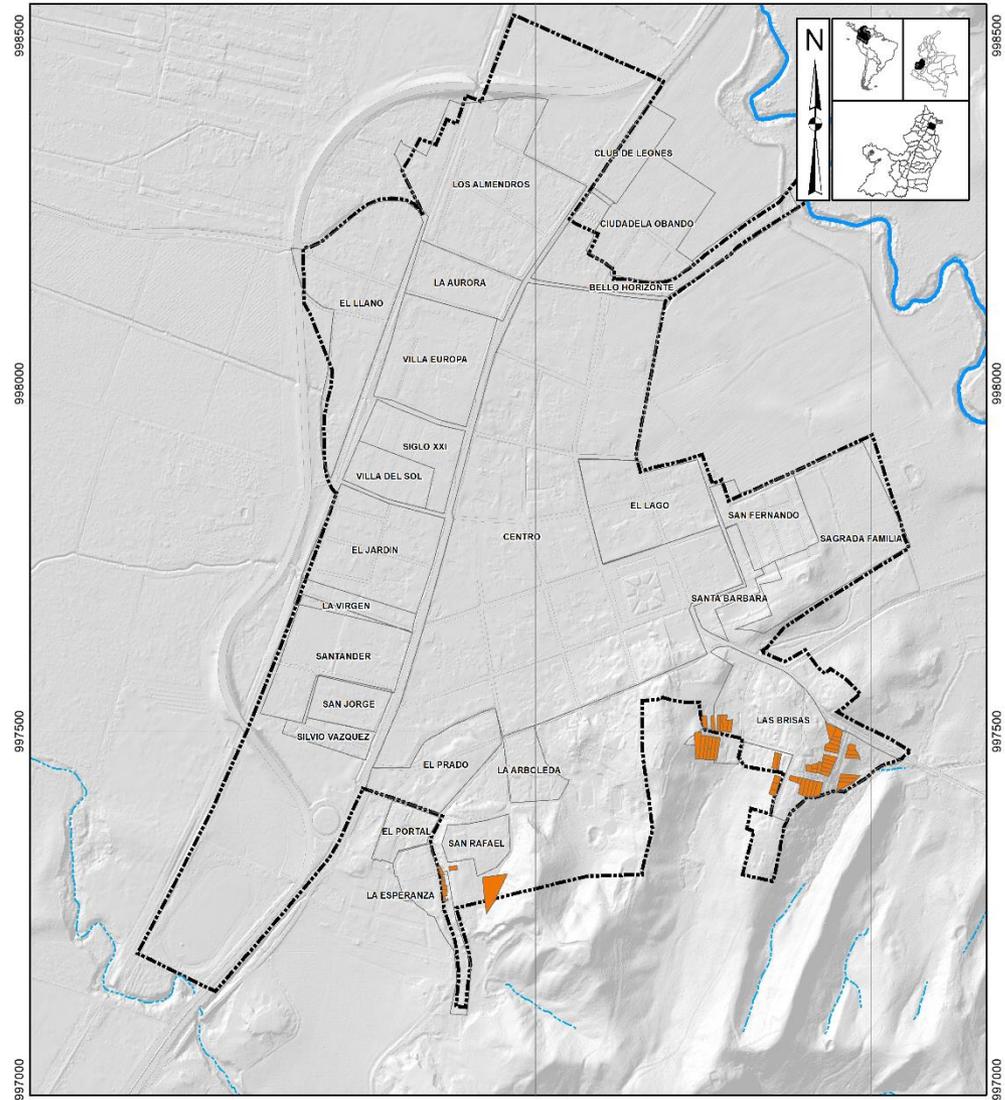


Tipo de Material	Carga Nominal	Numero de Postes
		Factor de resistencia baja
Concreto	5001N	6

1122000

1122500

1123000



# MAPA FACTOR DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL ANTE MOVIMIENTO EN MASA

Nivel del Factor de Resistencia	N° Edificaciones
Baja	53

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**

OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO

UNIVERSIDAD DEL VALLE



CONVENIO 070 DE 2018

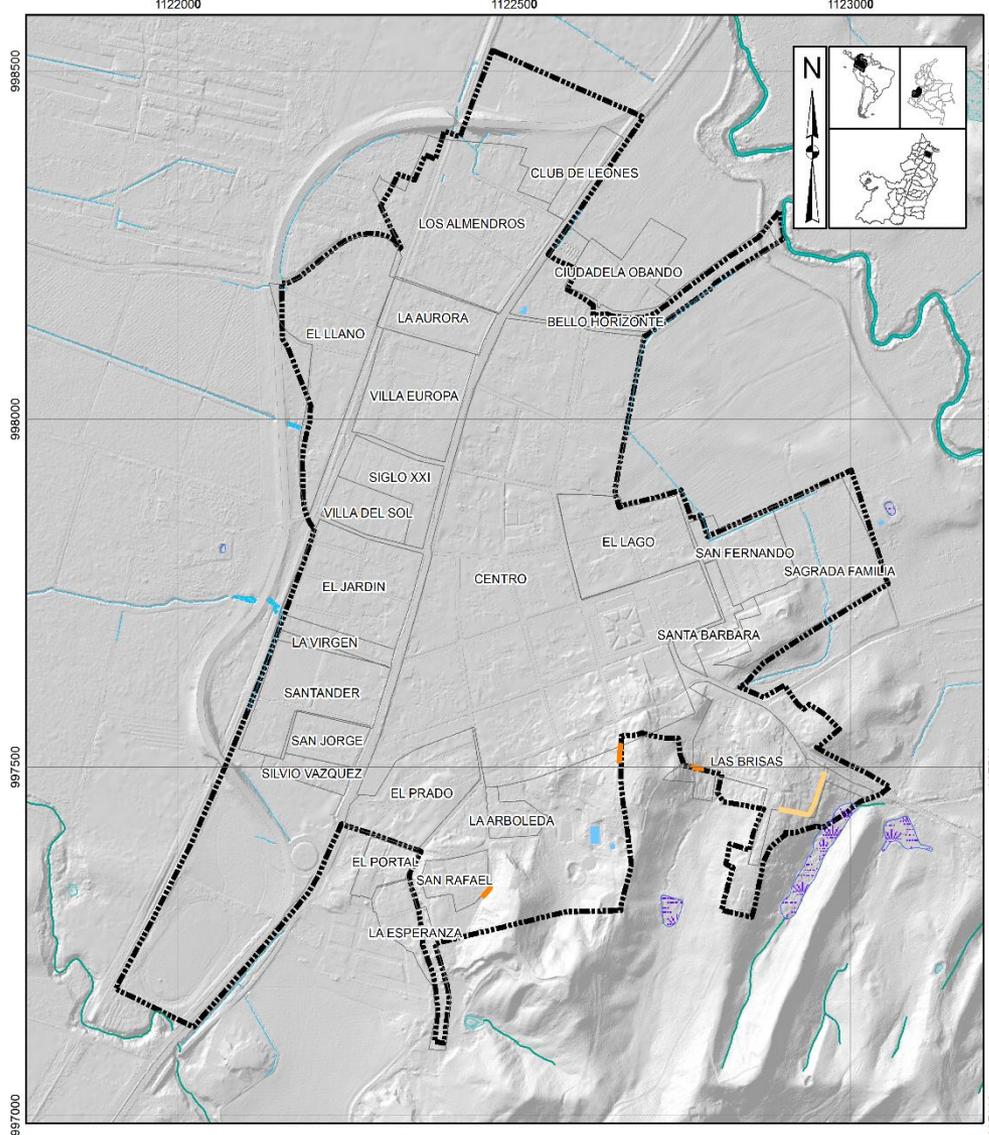
FACTOR DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL ANTE MOVIMIENTOS EN MASA  
MUNICIPIO DE OBANDO  
UNIDAD DE ANÁLISIS TERRITORIAL - PREDIO ZONA URBANA

RESISTENCIA		CONVENCIONES	
Baja	Zona de estudio	Drenaje Sencillo	Limite Via
Embalse	Estado Drenaje	Intermittente	Aproximado
Ciénaga	Permanente	Definido	
Piscina			

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35' 46".32 Norte  
Longitud origen: 77° 04' 39".03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
Cartografía básica: CVC  
Base de datos predial: IGAC - 2018  
Cartografía con técnica LIDAR - 2014  
Escala de trabajo: 1:2000

1:14000



# MAPA FACTOR DE RESISTENCIA DE LA RED VIAL ANTE MOVIMIENTO EN MASA

Nivel del Factor de resistencia	Longitud (m)
Media	114,02
Baja	74,37

## FACTOR DE RESISTENCIA

 **Baja**

 **Media**

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
 UNIVERSIDAD DEL VALLE

**CONVENCIONES**

Baja	Área de Estudio	Drenaje Sencillo	Limite Via
Media	Embalse	Estado Drenaje	Tipo Limite
	Ciénaga	Intermittente	Aproximado
	Piscina	Permanente	Definido

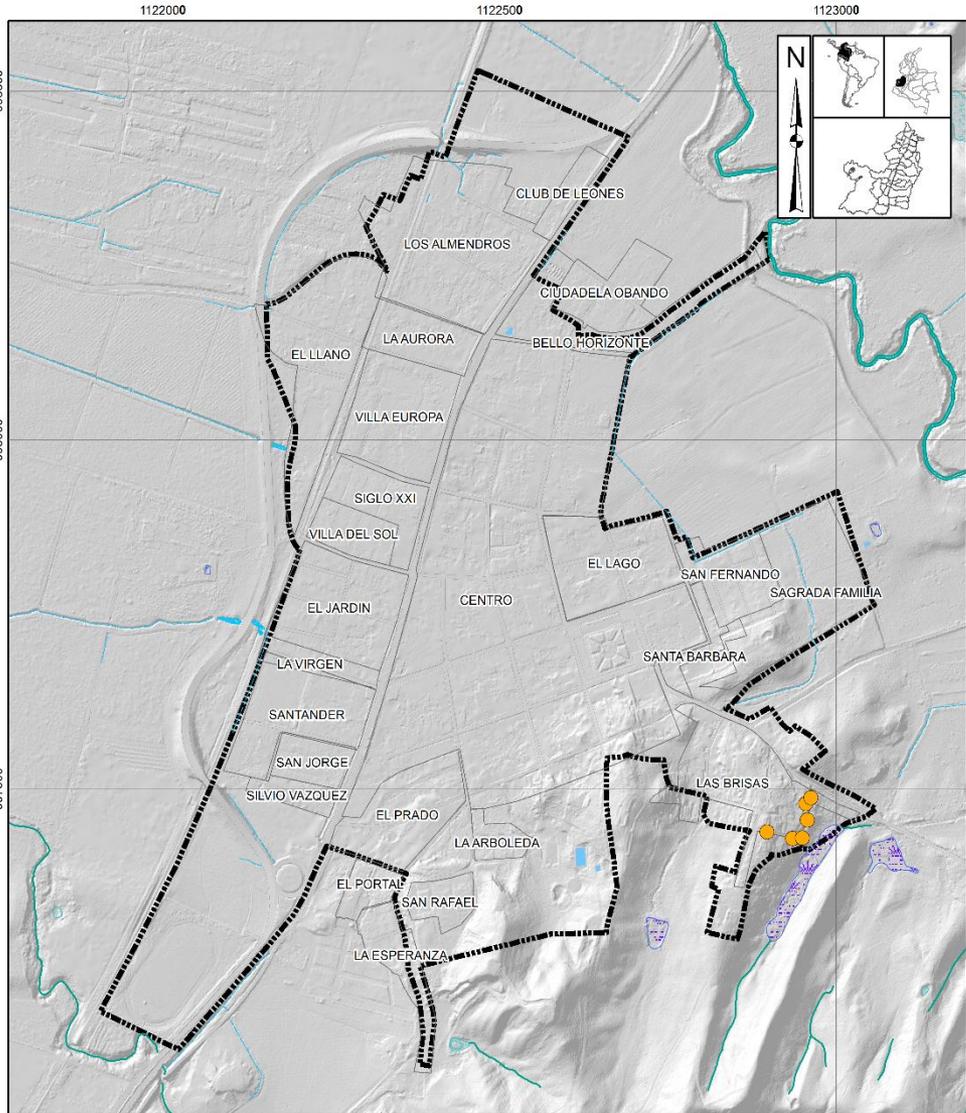
CONVENIO 070 DE 2018

FACTOR DE RESISTENCIA ANTE MOVIMIENTOS EN MASA RED VIAL MUNICIPIO DE OBANDO ZONA URBANA

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Gauss - Kruger  
 Latitud origen: 4° 35'46".32 Norte  
 Longitud origen: 77° 04'39".03 Oeste  
 Falso norte: 1.000.000 m.  
 Falso este: 1.000.000 m.

FUENTE DE INFORMACIÓN  
 Cartografía básica: CVC  
 Base de datos predial: IGAC - 2018  
 Cartografía con técnica LIDAR - 2014  
 Escala de trabajo: 1:2000

0 40 80 160 240 320  
 1:7000



# MAPA FACTOR DE RESISTENCIA EN LA RED ELECTRICA ANTE MOVIMIENTO EN MASA

Nivel del Factor de Resistencia	N° Postes
Baja	6

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
OBSERVATORIO SISMOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

CONVENIO 070 DE 2018  
MAPA DE EXPOSICIÓN DE LINEAS VITALES POR FENOMENO DE MOVIMIENTOS EN MASA  
RED DE ELECTRICA  
ZONA URBANA  
MUNICIPIO DE OBANDO

**CONVENCIONES**

<b>Resistencia</b> ● Baja	Zona de estudio	Drenaje Sencillo	<b>Limite Via</b>
Embalse	Estado Drenaje	Intermiteinte	<b>Tipo Limite</b>
Ciénaga	Permanente	Aproximado	Definido

Sistema de referencia: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Gauss - Kruger  
Latitud origen: 4° 35'46".32 Norte  
Longitud origen: 77° 04'39".03 Oeste  
Falso norte: 1.000.000 m.  
Falso este: 1.000.000 m.

**FUENTE DE INFORMACIÓN**  
Cartografía básica: CVC  
Base de datos predial: IGAC - 2018  
Cartografía con técnica LIDAR - 2014  
Escala de trabajo: 1:2000



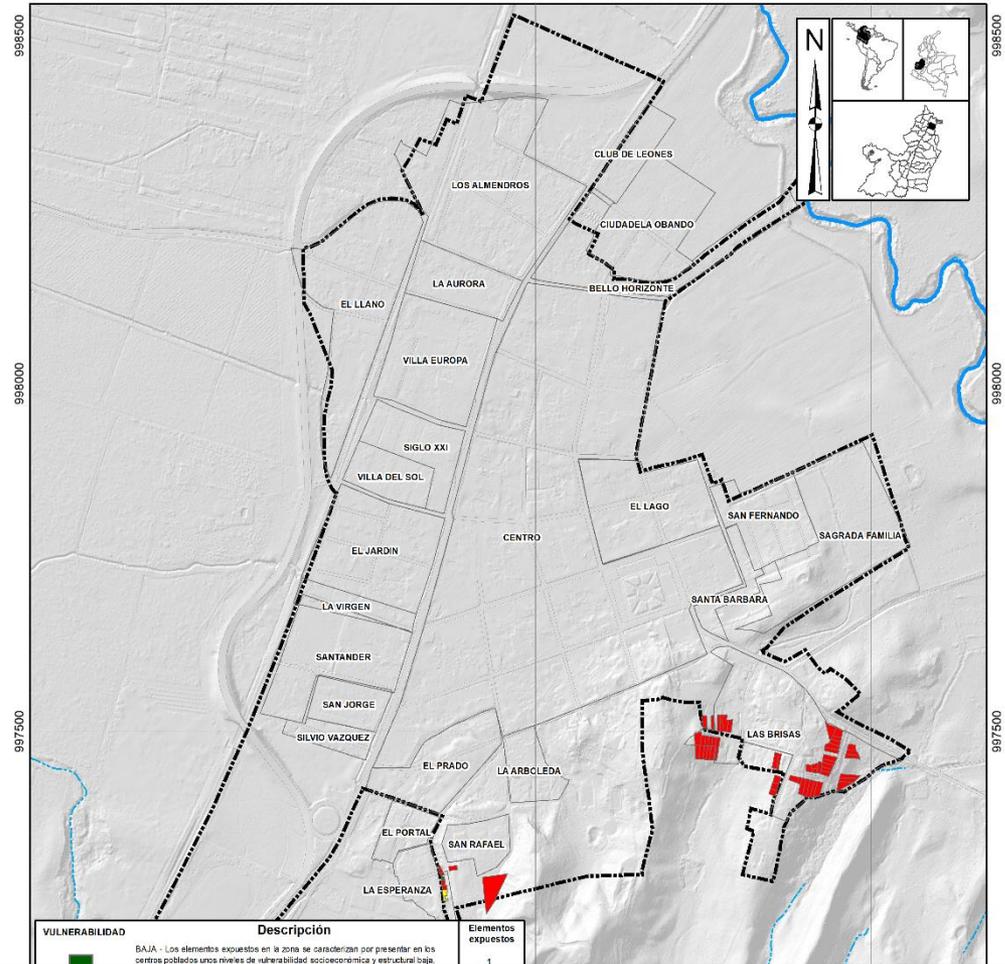
## FACTOR DE RESISTENCIA

Baja

1122000

1122500

1123000



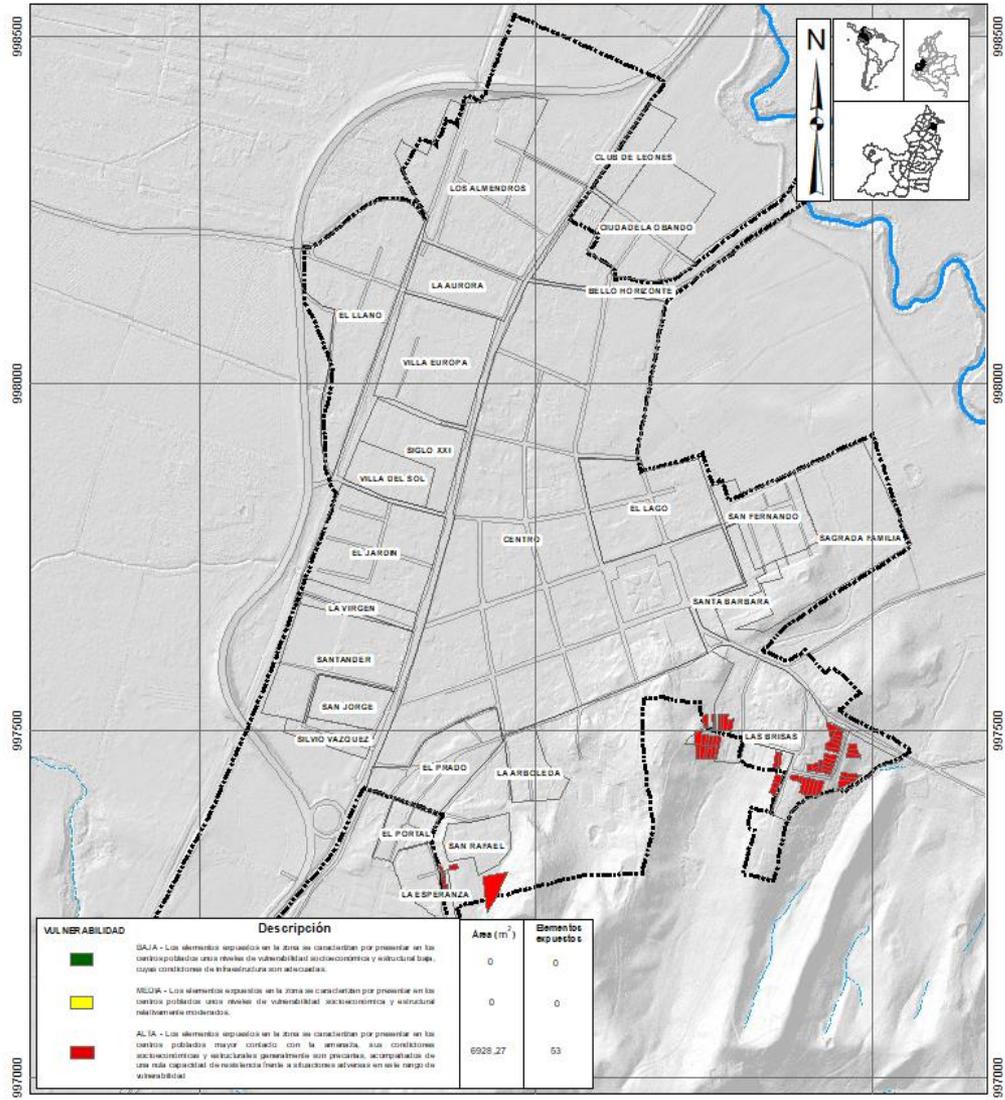
# MAPA VULNERABILIDAD CORPORAL ANTE MOVIMIENTO EN MASA

## NIVEL DE VULNERABILIDAD



VULNERABILIDAD	Descripción	Elementos expuestos
<span style="color: green;">■</span>	BAJA - Los elementos expuestos en la zona se caracterizan por presentar en los centros poblados unos niveles de vulnerabilidad socioeconómica y estructural baja.	1

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS EXPUESTOS
<b>Alta</b>	Los elementos expuestos en la zona se caracterizan por presentar mayor contacto con la amenaza, condiciones delicadas de fragilidad corporal, acompañados de una nula capacidad de resistencia con posibilidad de muerte o lesiones serias	51
<b>Media</b>	Los elementos expuestos en la zona se caracterizan por presentar unos niveles de fragilidad corporal relativamente moderados con posibilidad de lesiones moderadas, pero baja probabilidad de muertes.	1
<b>Baja</b>	Los elementos expuestos en la zona se caracterizan por presentar unos niveles de exposición y fragilidad corporal baja con Probabilidad de muerte casi nula y lesiones muy leves o inexistentes.	1



# MAPA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE MOVIMIENTO EN MASA

## NIVEL DE VULNERABILIDAD

**Alta**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS EXPUESTOS
<b>Alta</b>	Los elementos expuestos en la zona se caracterizan por presentar mayor contacto con la amenaza, condiciones delicadas de fragilidad estructural, acompañados de una nula capacidad de resistencia frente a situaciones adversas. Se puede presentar colapso total de la estructura.	53

1122000

1123500

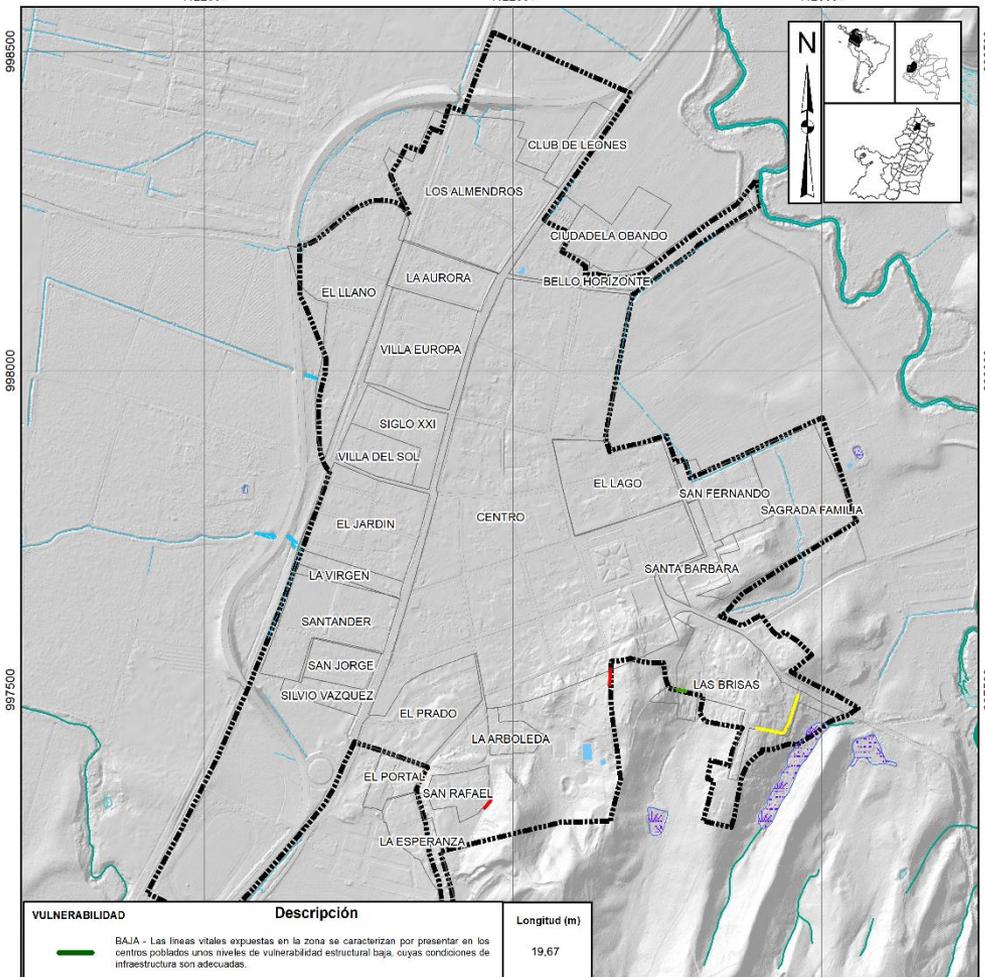
1123000

9985000

997500

9985000

997500



# MAPA VULNERABILIDAD DE LA RED VIAL ANTE MOVIMIENTO EN MASA

## NIVEL DE VULNERABILIDAD

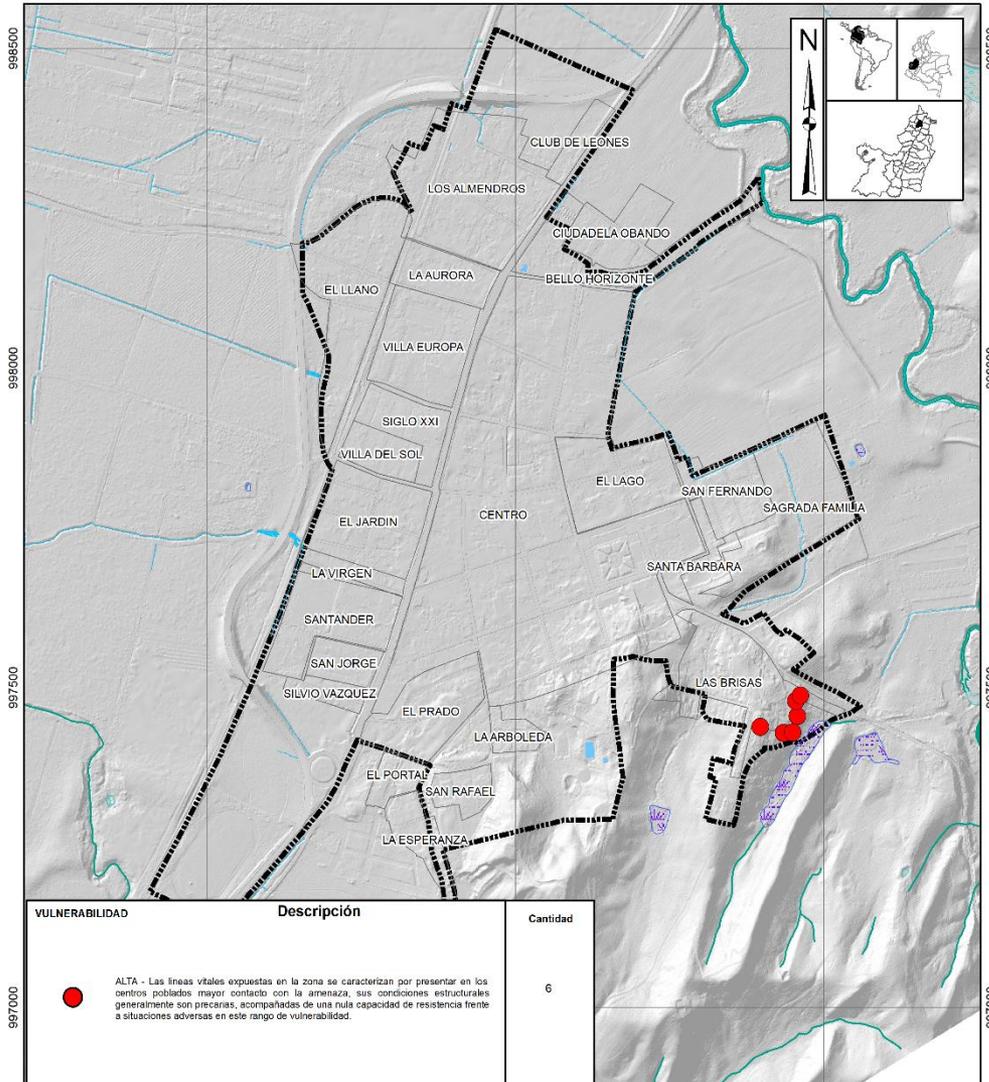


NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)
<b>Alta</b>	Las líneas vitales expuestas en la zona se caracterizan por presentar mayor contacto con la amenaza, sus condiciones estructurales son precarias, acompañadas de una nula capacidad de resistencia. Probabilidad de daños graves.	55,69
<b>Media</b>	Las líneas vitales expuestas en la zona se caracterizan por presentar niveles moderados de fragilidad con probabilidad de daños moderados.	113,02
<b>Baja</b>	Las líneas vitales expuestas en la zona se caracterizan por presentar condiciones reducidas de fragilidad, cuyas características de infraestructura son adecuadas.	19,67

1122000

1123500

1123000



# MAPA VULNERABILIDAD DE LA RED ENERGÍA ELÉCTRICA ANTE MOVIMIENTO EN MASA

## NIVEL DE VULNERABILIDAD



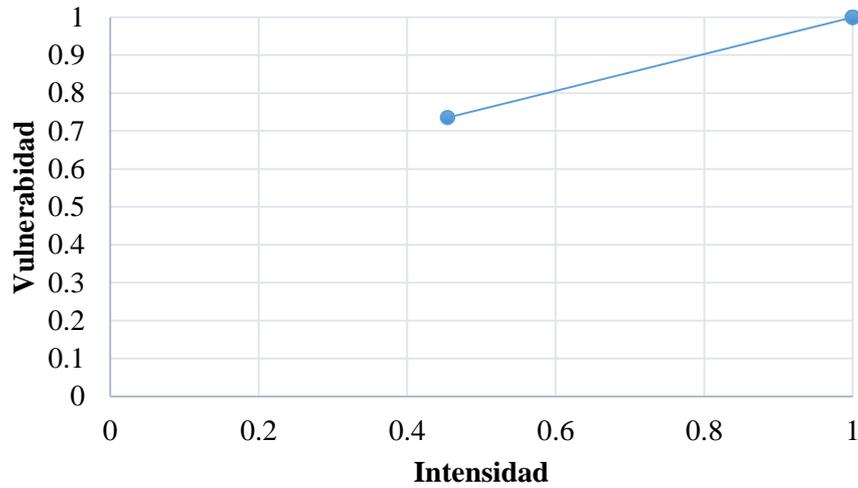
**Alta**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE POSTES
<b>Alta</b>	Las líneas vitales expuestas en la zona se caracterizan por presentar mayor contacto con la amenaza, sus condiciones estructurales son precarias, acompañadas de una nula capacidad de resistencia. Probabilidad de daños graves.	6

# CURVA DE INTENSIDAD DE DAÑO

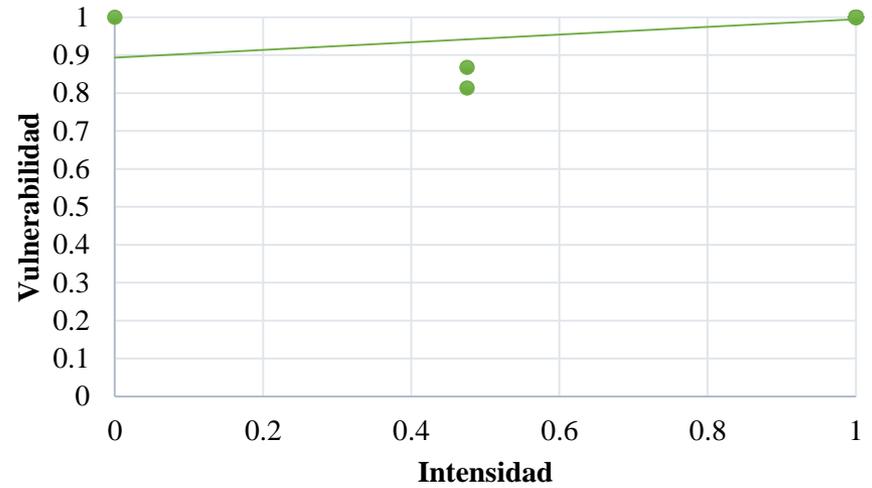
a).

$S=0,7$



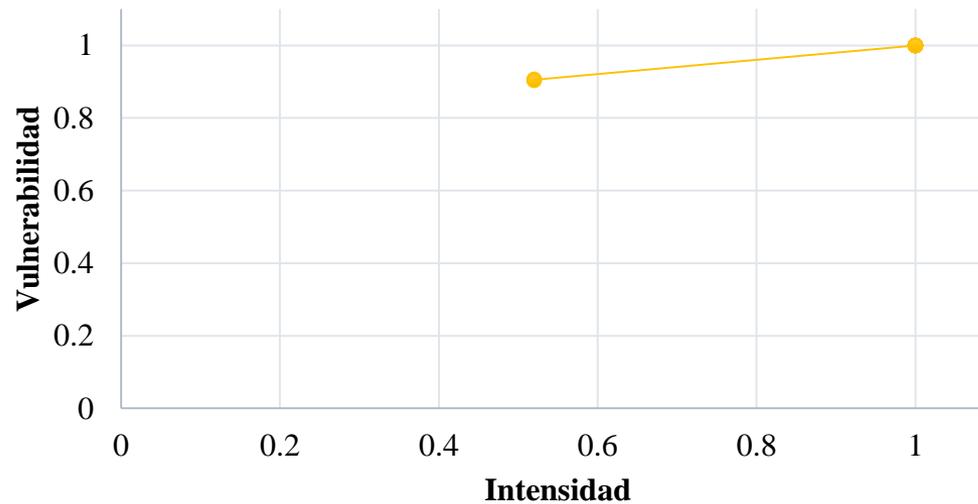
b).

$S=0,9$



c).

$S=1,0$



# CONCLUSIONES

- El análisis realizado a los elementos expuestos en la zona urbana del municipio de Obando, se obtuvo un alto porcentaje de población expuesta con un 95,5% localizada en amenaza media y un 4,5% en amenaza alta.
- Existen 53 edificaciones en exposición al fenómeno, 3 en exposición alta y 50 en exposición media.
- En estas edificaciones, se pudo constatar su tipología constructiva, su estado de conservación, la edad de la estructura y su altura respectiva. Con lo anterior, se obtuvo que la mayoría de las edificaciones han sido construidas en mampostería no reforzada, con edades principalmente <20 años, sus estados de conservación se catalogaron principalmente con estados bueno a daños moderados y, se encontró que la mayoría de las casas son de 1 piso.

# **EVALUACIÓN DEL (RIESGO) ESCENARIO DE AFECTACIÓN POR MOVIMIENTO EN MASA**

El *Riesgo* o los *Escenarios de Afectación* como una combinación de dos factores: *la peligrosidad o Amenaza* y *la Vulnerabilidad*, de igual forma éste último factor depende del *grado de exposición* y del *nivel de fragilidad* de los distintos elementos que la conforman; así el riesgo puede expresarse de la siguiente manera:

$$R = A * V \quad - \quad \text{Riesgo específico}$$

$$R = A * V * C_{(E)} \quad - \quad \text{Riesgo total}$$

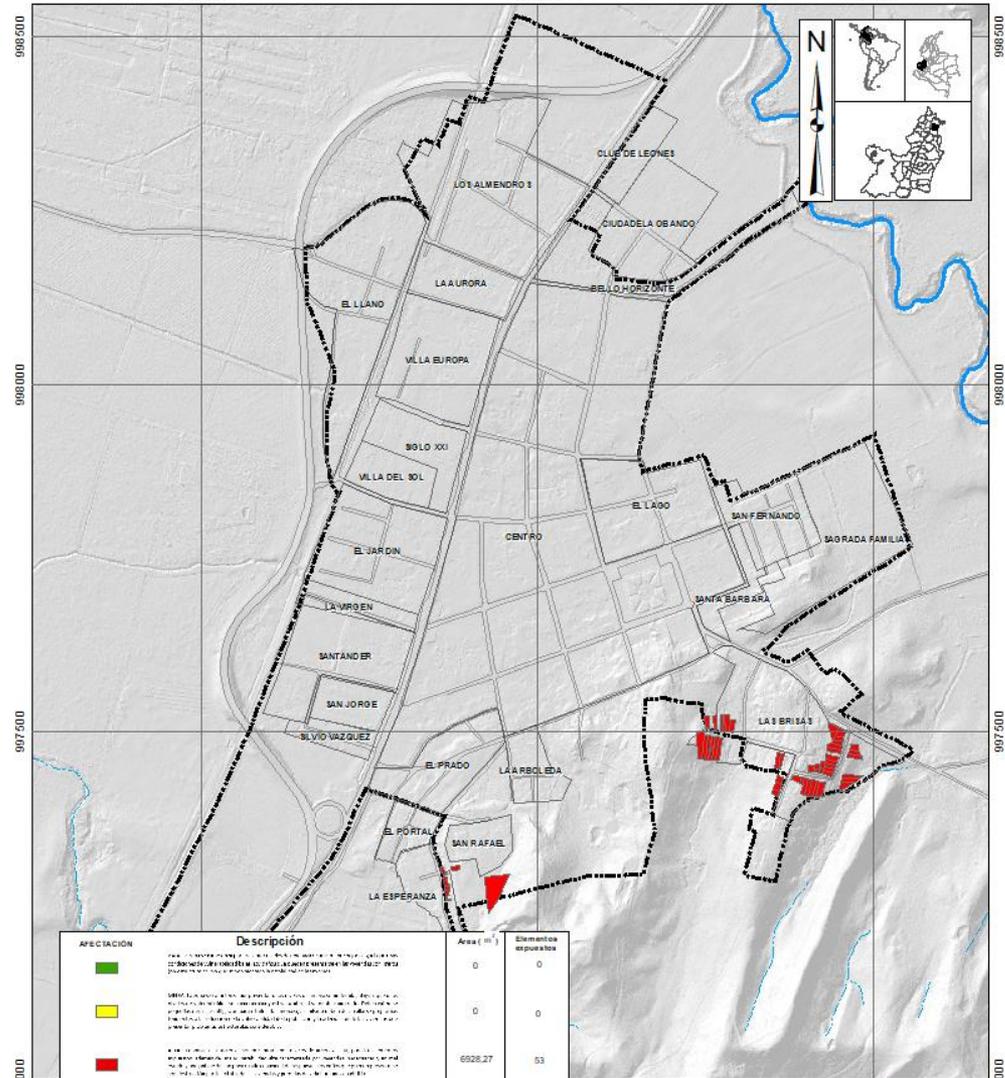
Dónde:

$R$  : Riesgo

$A$  : Amenaza

$V$  : Vulnerabilidad

$C_{(E)}$  : Coste de Elementos expuestos

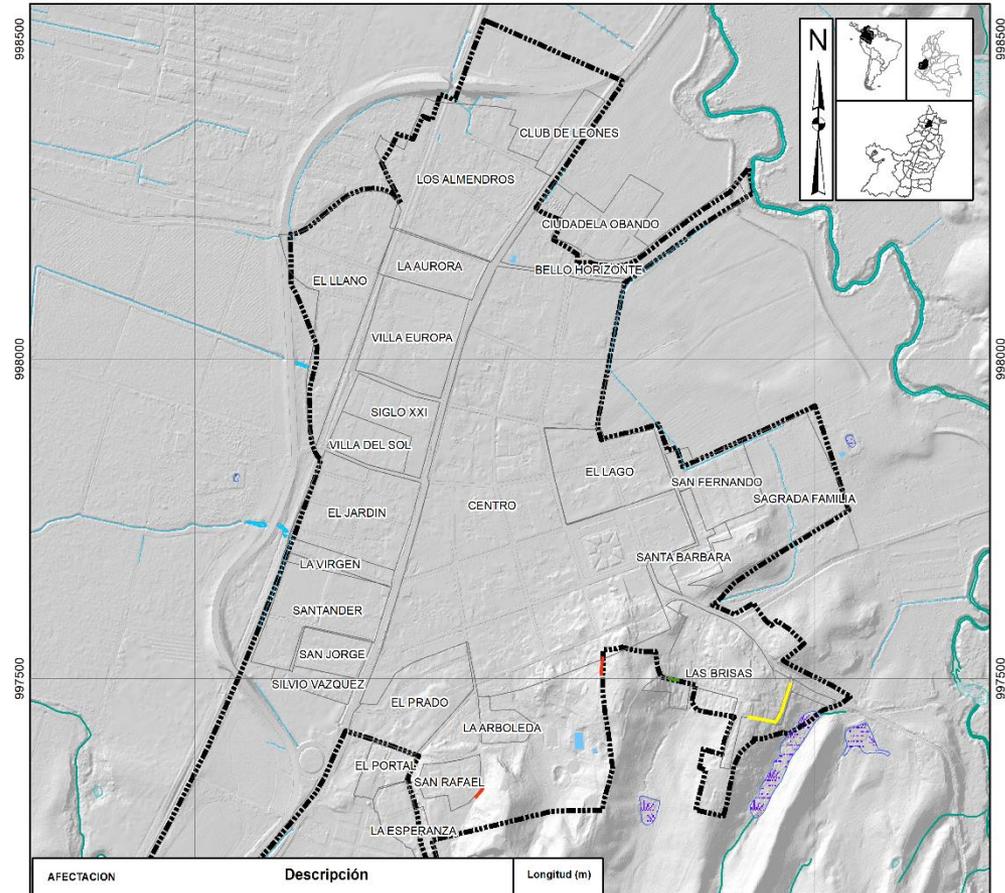


# MAPA ESCENARIO DE AFECTACIÓN ANTE MOVIMIENTO EN MASA

## NIVEL DE AFECTACIÓN

 **Alta**

NIVEL DE AFECTACIÓN	DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS EXPUESTOS
<b>Alta</b>	La zona se caracteriza por presentar unas condiciones de amenaza altas para los elementos expuestos, además de una vulnerabilidad caracterizada por viviendas inadecuadas y en mal estado y una población con poca o nula capacidad de respuesta. Los daños que pueden presentarse son destrucción parcial o total de las viviendas y pérdidas de vidas humanas en el sitio.	53



# MAPA ESCENARIO DE AFECTACIÓN DE LA RED VIAL ANTE MOVIMIENTO EN MASA

## NIVEL DE AFECTACIÓN

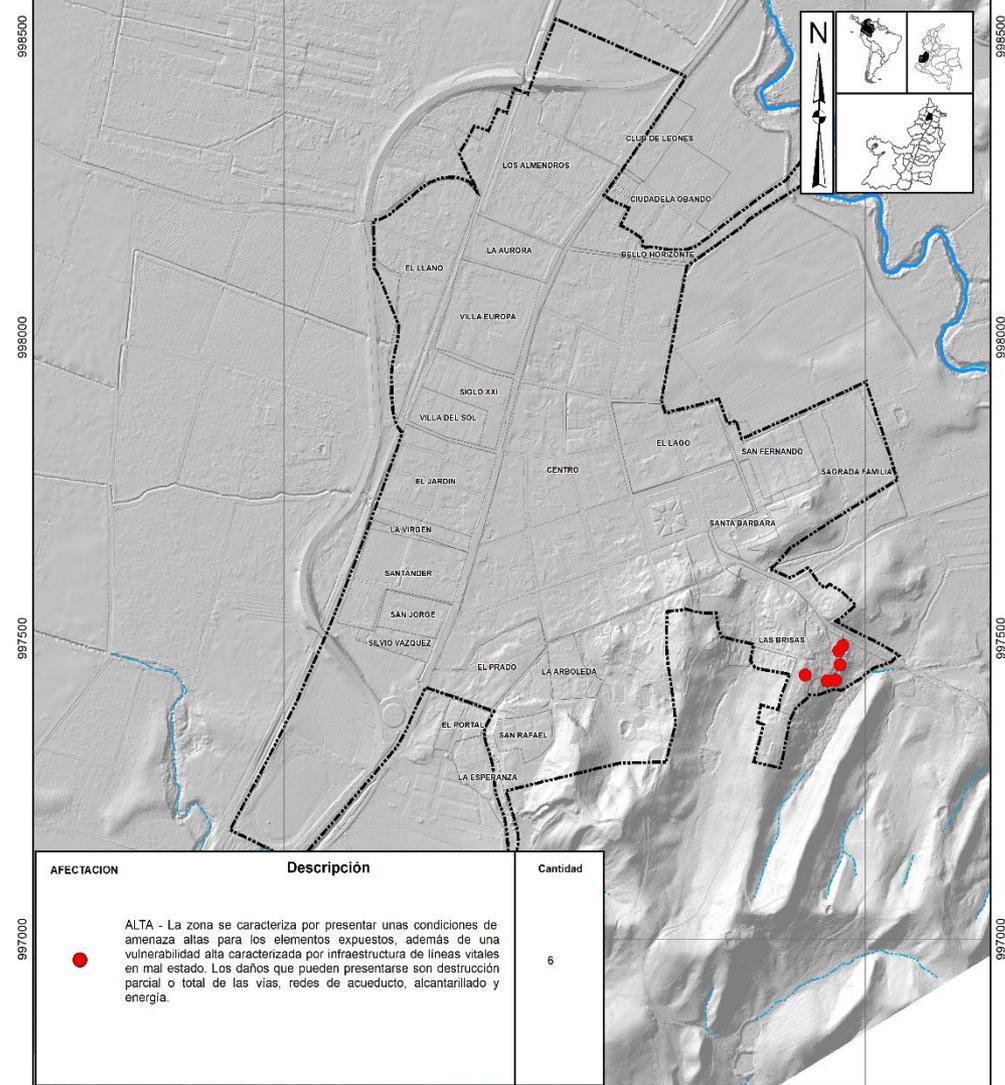


NIVEL DE AFECTACIÓN	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)
Alta	La zona se caracteriza por presentar unas condiciones de amenaza altas para los elementos expuestos, además de una vulnerabilidad alta caracterizada por infraestructura de líneas vitales en mal estado. Los daños que pueden presentarse son destrucción parcial o total de las vías, redes de acueducto, alcantarillado y energía.	55,69
Media	La zona se caracteriza por presentar unos niveles de amenaza y vulnerabilidad moderados. Deben realizarse pequeñas obras de mitigación para reducir la amenaza; así mismo desarrollarse programas tendientes a la reducción de las condiciones de fragilidad de la población y la adecuación de la red vial que presentan problemas estructurales considerables.	113,02
Baja	La zona se caracteriza por presentar niveles de amenaza relativamente bajos al igual que unas condiciones de vulnerabilidad bajas. Los daños que pueden presentarse en infraestructura de líneas vitales son ligeros (no estructurales) sin que se vea afectada la estabilidad de las mismas.	19,67

1122000

1122500

1123000



# MAPA ESCENARIO DE AFECTACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA ANTE MOVIMIENTO EN MASA

## NIVEL DE AFECTACIÓN

 **Alta**

AFECTACION	Descripción	Cantidad
	ALTA - La zona se caracteriza por presentar unas condiciones de amenaza altas para los elementos expuestos, además de una vulnerabilidad alta caracterizada por infraestructura de líneas vitales en mal estado. Los daños que pueden presentarse son destrucción parcial o total de las vías, redes de acueducto, alcantarillado y energía.	6

NIVEL DE AFECTACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANT. DE POSTES
<b>Alta</b>	La zona se caracteriza por presentar unas condiciones de amenaza altas para los elementos expuestos, además de una vulnerabilidad alta caracterizada por infraestructura de líneas vitales en mal estado. Los daños que pueden presentarse son destrucción parcial o total de las vías, redes de acueducto, alcantarillado y energía.	6

# POSIBLES PÉRDIDAS ECONÓMICAS (RIESGO TOTAL)

Las estimaciones de las posibles pérdidas o costos asociados ante la ocurrencia de una inundación y un movimiento en masa, se dividen 3 partes:

1. Daño de la infraestructura social
2. El gasto del gobierno en su esfuerzo por atender las necesidades de las zonas afectadas
3. Afectaciones a líneas vitales (red vial, energía eléctrica).

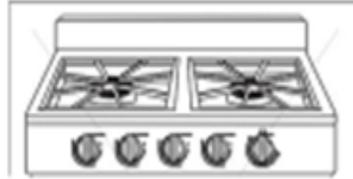
Este análisis está basado principalmente en información del Censo realizada en la zona de estudio. Adicionalmente, se usó información secundaria disponible, para lograr una mejor aproximación de los costos en los que se pueden incurrir.

1. Los daños en el contenido (electrodomésticos y mobiliarios) asociado a reposición de los bienes afectados.
2. El daño en la estructura asociado a costes de reparación de la misma.

# TIPIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y EL CONTENIDO DE LAS VIVIENDAS



Nevera  
Cantidad: 1  
Altura: 170cm



Estufa  
Cantidad: 1  
Altura: 90 cm



Cama  
Cantidad: 4  
Altura: 60 cm

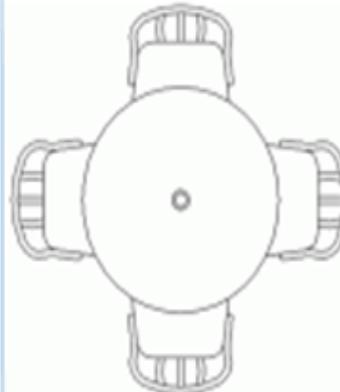


Equipo de  
sonido  
Cantidad: 1  
Altura: 40 cm

Juego de sala ( 3 puestos)  
Cantidad: 1  
Altura: 95 cm



Computador de  
mesa  
Cantidad: 1  
Altura: 90 cm



Juego de comedor  
( 4 puestos)  
Cantidad: 1  
Altura: 78 cm



Televisor  
Cantidad: 1  
Altura: 71.12 cm

# VALOR DEL CONTENIDO DE LAS EDIFICACIONES

Contenidos por edificación	Cant.	Valor comercial promedio	Vida útil (años)	Depreciación por año	Tiempo promedio tenencia	Valor total con depreciación
Nevera	1	\$ 823.540	12	68628,3	6	\$ 411.770
TV a color	1	\$ 553.280	12	46106,6	6	\$ 276.640
Lavadora	1	\$ 925.430	10	92543	5	\$ 462.715
Computador	1	\$ 994.025	6	165670,8	3	\$ 497.013
Equipo de sonido	1	\$ 389.421	8	48677,6	4	\$ 194.711
Comedor	1	\$ 647.200	10	64720	5	\$ 323.600
Sala	1	\$ 1.053.478	10	105347,8	5	\$ 526.739
Estufa	1	\$ 345.640	12	28803,3	6	\$ 172.820
Cama	4	\$ 743.250	10	74325	5	\$ 371.625
<b>Valor total aproximado contenido</b>						<b>\$ 6.475.264</b>
<b>Valor total aproximado con depreciación de contenido</b>						<b>\$ 3.237.632</b>

# TIPO DE DAÑOS POR INTENSIDAD MOVIMIENTO EN MASA

NIVEL	INTENSIDAD VELOCIDAD (mm/seg)	MAGNITUD VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	EFECTOS (DAÑOS)			
			Construcción	Funcionales	Ambientales	Corporales
<b>BAJO</b>	$5 \times 10^{-7} < v < 5 \times 10^{-4}$	$V < 100$	–	–	Perdida local de suelo agrícola y no agrícola	–
<b>MEDIO</b>	$5 \times 10^{-4} < v < 5 \times 10^{-1}$	$100 < V < 10^6$	Daño local a la infraestructura civil, agrietamientos menores en viviendas. Daños parciales en pequeñas zonas urbanas. Daños en instalaciones sociales o industriales.	Daños en infraestructura vial. Daño en redes de servicios público.	Perdida de cultivos o de importancia económica.  Pérdidas moderadas en extensiones agrícolas y de cultivos	Heridos
<b>ALTO</b>	$5 \times 10^{-1} < v < 5 \times 10^3$	$10^6 < V$	Destrucción de viviendas o infraestructuras civiles. Destrucción de grandes zonas urbanas (barrios, pueblos y veredas)	Grandes pérdidas económicas	Grandes extensiones de terreno agrícolas y no agrícolas	Pérdida de vidas humanas.

**Fuente:** elaboración propia con datos Cruden y Varnes (1996), Vargas, C, G (2000), ASG, (2007).

Con la metodología de cálculo del riesgo realizada por González (2002) es posible calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$R = P \times V \times C$$

$V$ : vulnerabilidad

$C$ : costos o valor de perdidas

$P = Amenaza$ : representa la probabilidad de ocurrencia de un evento con un nivel de intensidad o severidad determinado, dentro de un periodo de tiempo dado en el área de estudio.

Se evalúa como:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^t$$

$T$ : periodo de retorno (100 años)

$t$ : vida útil de la estructura

# PROBABILIDAD DE PÉRDIDAS DE LA INFRAESTRUCTURA POR VIDA ÚTIL DE LAS EDIFICACIONES Y LAS LÍNEAS VITALES

## CÁLCULO DE PROBABILIDAD DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

TIPO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	VIDA ÚTIL	PROBABILIDAD POR VIDA ÚTIL DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
Mampostería confinada	70	0,51%
Mampostería no reforzada	50	0,39
Madera, Tapia y Bahareque	30	0,26
Otro	15	0,14
INFRAESTRUCTURA LÍNEAS VITALES	VIDA ÚTIL	PROBABILIDAD POR VIDA ÚTIL DE INFRAESTRUCTURA LÍNEA VITAL
Red vial	20	0,18%
Red eléctrica	25	0,22%

# **COSTOS ASOCIADOS A POSIBLES PÉRDIDAS POR INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y LÍNEAS VITALES DE MOVIMIENTO EN MASA**

<b>RESUMEN LAS POSIBLES PERDIDAS ECONÓMICAS EN INFRAESTRUCTURAS</b>	<b>POSIBLES PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN INFRAESTRUCTURA (\$)</b>
<b>Posibles pérdidas económicas en infraestructura social.</b>	<b>\$ 1.278.024.375</b>
<b>Posibles pérdidas económicas en infraestructura de redes vitales</b>	<b>\$ 10.330.822</b>
<b>POSIBLES PÉRDIDAS ECONÓMICAS TOTALES EN INFRAESTRUCTURA (\$)</b>	<b>\$ 1.288.355.197</b>
<b>POSIBLES PÉRDIDAS ECONÓMICAS (USD) (1 USD = \$ 3.586 COP)</b>	<b>359.274 US\$</b>

- **Zonas de Riesgo Alto Mitigable**

Son aquellas zonas que se caracterizan por estar urbanizada o que a corto plazo van a ser urbanizadas y que sus condiciones de amenaza y vulnerabilidad ante el fenómeno amenazante puede afectar la población, las edificaciones e infraestructura que se localice en ella. Sin embargo con la construcción y ejecución de medidas de intervención estructural y no estructural se logra reducir las posibles afectaciones considerando la viabilidad técnica, económica y ambiental.

- **Zonas de Alto Riesgo No Mitigable**

Se definen como aquellos sectores en donde por sus características de amenaza y vulnerabilidad, existe una alta probabilidad de que se presenten pérdidas de vidas humanas, bienes e infraestructura. Por lo tanto, la mitigación no es viable por condiciones técnico-económicas.

# Criterios para la Delimitación del Riesgo Alto Mitigable y No Mitigable: Fenómeno de Movimiento en Masa

Tamaño de las obras

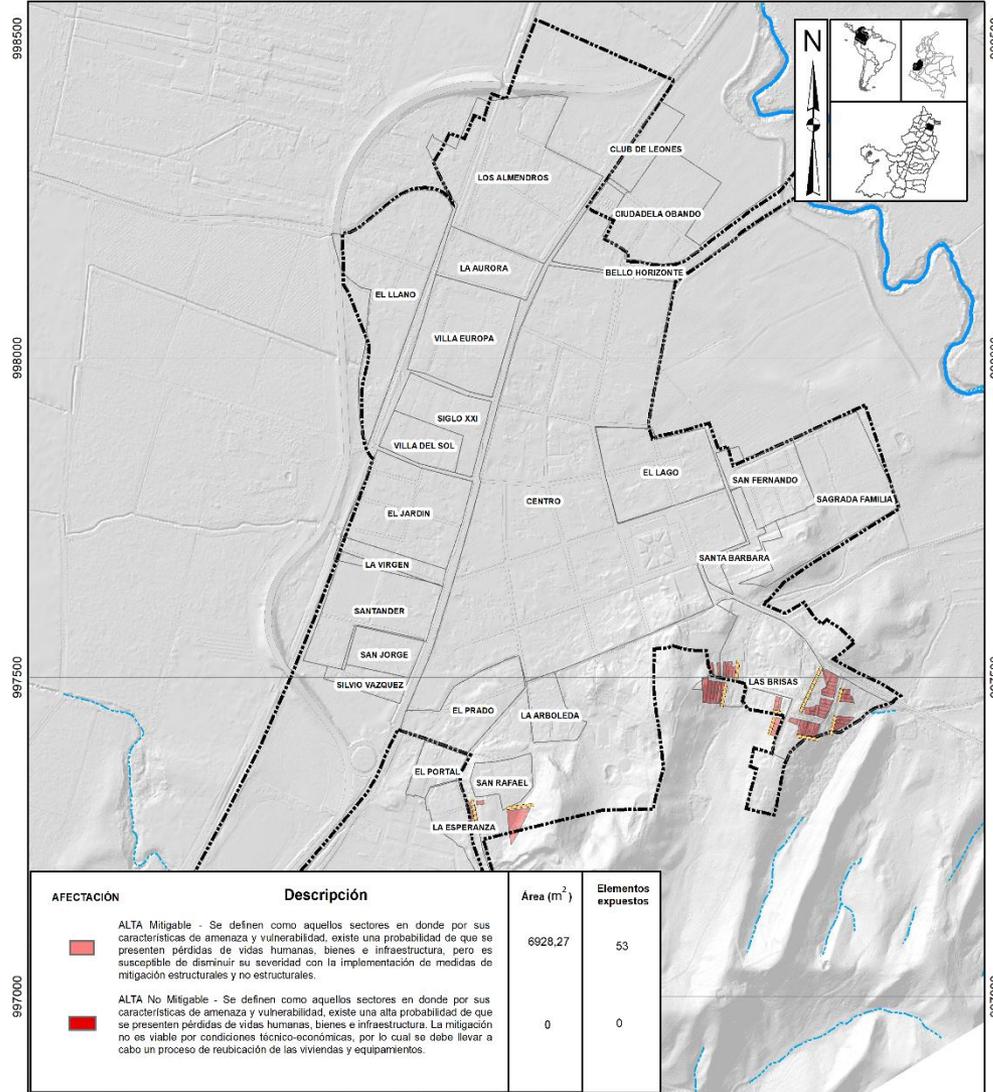
Si la obra es muy grande y su costo supera lo que costaría un proceso de reasentamiento.

Volúmenes a contener

Si los volúmenes de la masa deslizable son muy grandes se considera no mitigable.

Costo/  
Beneficio

Si la obra de mitigación es mas costosa que un reasentamiento y la población beneficiaria es reducida se considera no mitigable.



# MAPA ZONA DE AFECTACIÓN MITIGABLE Y NO MITIGABLE ANTE MOVIMIENTO EN MASA

## Obras de mitigación

▨ Muro en gaviones

**NIVEL DE  
AFECTACIÓN**

**ALTA  
MITIGABLE**

**DESCRIPCIÓN**

Se definen como aquellos sectores en donde por sus características de amenaza y vulnerabilidad, existe una probabilidad de que se presenten pérdidas de vidas humanas, bienes e infraestructura, disminuir su severidad con la implementación de medidas de mitigación estructurales y no estructurales.

**ELEMENTOS  
EXPUESTOS**

53

# COSTOS ASOCIADOS A POSIBLES PÉRDIDAS ZONA MITIGABLE Y NO MITIGABLE POR MOVIMIENTO EN MASA

## EDIFICACIONES EN AFECTACIÓN ALTO MITIGABLE Y NO MITIGABLE

AFECTACIÓN ALTA	CANTIDAD DE EDIFICACIONES	POSIBLES PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN EDIFICACIONES EN RIESGO ALTO MITIGABLE Y NO MITIGABLE (\$)
MITIGABLE	53	\$ 1.216.493.910
POSIBLES PÉRDIDAS ECONÓMICAS TOTALES (\$)		\$ 1.216.493.910

- Teniendo en cuenta que el presente estudio ha sido financiado por la CVC y la Universidad del Valle con resultados a nivel de detalle para la zona urbana del municipio tal como se establece en el Decreto 1807 de 2014, se recomienda realizar los estudios en el área rural a nivel básico o de detalle para la actualización en el PMGRD y su posterior incorporación en el EOT.
- Se recomienda a las autoridades municipales y demás entidades privadas relacionadas con la gestión del riesgo hacer seguimiento permanente a los diferentes factores de vulnerabilidad de las zonas que se identificaron con niveles alta, media y baja.
- Se han señalado algunos puntos de intervención donde se considera realizar algún tipo de obra para mitigar parte del riesgo que está ocurriendo en el municipio. Se recomienda hacer estudios detallados en los que se determine el tipo de obra, sus dimensiones y costos.
- Realizar los estudios a nivel de detalle de amenaza, vulnerabilidad y afectación de las redes de acueducto y alcantarillado primarias y domiciliarias del área urbana y centros poblados del municipio de Obando

