CONVENIO MGAP/PPR – CIEDUR

Mapa de Ambientes de Uruguay y Distribución potencial de especies

---

PRODUCTO 1. MARCO TEORICO PARA LA CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA DE AMBIENTES DE URUGUAY

PRODUCTO 2. MAPA DE AMBIENTES: CARTOGRAFÍA IMPLEMENTADA EN UN SIG

Coordinador General del Proyecto
Alejandro Brazeiro

Coordinador de Producto
Daniel Panario

Autores informe:
Daniel Panario, Ofelia Gutiérrez

Investigadores
Daniel Panario, Ofelia Gutiérrez, Marcel Achkar, Lucía Bartesaghi & Mauricio Ceroni

Montevideo, marzo 2011

PRESENTACION

El presente informe se enmarca en el convenio de trabajo firmado entre el MGAP-Proyecto de Producción Responsable y CIEDUR, para la implementación de un Mapa de ambientes de Uruguay y distribución potencial de especies, cuyo objetivo general es:

Desarrollar una clasificación jerárquica y exhaustiva de ambientes de Uruguay, y en asociación a estos ambientes, generar mapas de alta resolución (mayor a 1:50.000) de distribución potencial de vertebrados y leñosas. En particular, en este primer informe se presentan los dos primero productos comprometidos: (1) marco teórico y propuesta metodológica para la clasificación de ambientes, y (2) mapa de ambientes de Uruguay, implementado en un SIG.

Tabla de contenido

PRESENTACION **1**

1. INTRODUCCIÓN **1**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.2. ANTECEDENTES 4
1.3. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 8
1.4. EL PROBLEMA DE LA RESOLUCIÓN CARTOGRÁFICA 9
1.4.1. Criterios de clasificación *10*
1.5. OBJETIVO 10

2. MATERIALES Y MÉTODOS **11**

2.1. CARACTERÍSTICAS Y CONSTRUCCIÓN DEL SIG 12
2.1.1. Procedimiento utilizado *14*

3. UNIDADES DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE PAISAJES - SITIO **16**

3.1. EL SITIO, LA UNIDAD ELEMENTAL EN LA CLASIFICACIÓN DE ECOZONAS 16
3.1.1. Concepto de Sitio. Origen y evolución *18*
3.1.2. Antecedentes de uso del concepto de sitio *19*
3.1.3. El Sitio y su relación con unidades superiores de la Clasificación *22*
3.1.3.1. Sitio y serie de suelo 22
3.1.4. Bases conceptuales para Caracterización de Sitios *24*
3.2. INDICADORES PROPUESTOS PARA LA DEFINICIÓN DE SITIO 28
3.2.1. Textura - profundidad *28*
3.2.2. Hidromorfismo *28*
3.2.3. Concentración iónica *29*
3.2.4. Pedregosidad *30*
3.2.5. Rocosidad *30*
3.2.6. Exposición *30*
3.2.7. Viento *31*
3.2.8. Concentración de nutrientes *31*
3.3. PROPUESTA DE UNA CLASIFICACIÓN DE SITIOS 33
3.3.1. Primera variable- Pendiente *33*
3.3.2. Segunda variable- Profundidad *34*
3.3.3. Tercera variable - Textura *36*
3.3.4. Cuarta variable – Drenaje *39*
3.3.5. Quinta variable – Hidromorfismo *42*
3.3.6. Sexta variable – pH o salinidad *44*
3.3.7. Séptima variable – Pedregosidad y Rocosidad *46*
3.3.8. Octava variable - Opcional *46*
3.3.8.1. Suelos calcimórficos (c) 49
3.3.8.2. Pedregosidad (p) 49
3.3.8.3. Exposición al viento (b)(s) 49
3.3.8.4. Limitante fertilidad (f) 49
3.3.8.5. Otras categorías (?) 49
3.3.9. Formas de vida *49*
3.3.10. Nomenclatura y código *52*

3.4. MAPA DE SITIOS 53
3.4.1. Unidades definidas por las 6 variables físicas 53
3.4.2. Unidades básicas definidas por las 6 variables físicas más la variable opcional 58

4. UNIDADES DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE PAISAJES - DISTRITO 61

4.1. DISTRITO, SEGUNDA CATEGORÍA DE LA CLASIFICACIÓN DE PAISAJES 61
4.2. CLASIFICACIÓN POR PROCESOS MORFOGENÉTICOS A NIVEL DE TOPOSECUENCIA 63
4.3. ALGUNAS PRECISIONES 65
4.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS DISTRITOS 65
4.4.1. Distrito depresional 65
4.4.1.1. Caracterización 66
4.4.1.2. Tipologías depresionales 68
4.4.2. Distrito Plano 69
4.4.2.1. Tipologías Planas 70
4.4.3. Distrito Ondulado 72
4.4.4. Distrito Serrano 74
4.5. PROPUESTA DE UNA CLASIFICACIÓN DE DISTRITOS 76
4.6. RELACIÓN DISTRITO-SITIO 79
4.6.1. Depresional 81
4.6.2. Ondulado 82
4.6.3. Serrano 83

5. DISTRIBUCIÓN DE SITIOS PARA URUGUAY 84

5.1. DISTRIBUCIÓN DE SITIOS CON VEGETACIÓN POTENCIAL ASOCIADA PARA URUGUAY 88
5.1.1. Ambiente arbustal 92
5.1.2. Ambiente bañado 94
5.1.3. Ambiente bosque 97
5.1.4. Ambiente parque 99
5.1.5. Ambiente palmar 104
5.1.6. Ambiente pradera 106
5.1.6.1. Pradera de relieve plano 106
5.1.6.2. Pradera de relieve ondulado 113
5.1.6.3. Pradera de relieve serrano 116

6. LAS UNIDADES MAYORES DE LA CLASIFICACIÓN DE PAISAJE 119

6.1. PROVINCIA 119
6.2. CUENCA 121
6.2.1. Antecedentes 121
6.2.2. Distribución de Sitios en las Cuencas 123
6.3. ECOZONA 124

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 130

ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN DE SITIOS AL INTERIOR DE LAS UNIDADES MORFOESTRUCTURALES. 137

1. INTRODUCCIÓN

La planificación del territorio y el manejo de ecosistemas, tanto con fines productivos como de conservación de la naturaleza, requieren del conocimiento del mismo, y de su representación a diferentes escalas con una aproximación también diferente a la tradicional de los mapas temáticos.

Hay numerosas razones que justifican la necesidad de trabajar a diferentes escalas para poder determinar áreas protegidas, corredores ecológicos o servicios ecosistémicos, e incluso para poder extrapolar e interpolar resultados de investigaciones empíricas, datos de colecciones biológicas para analizar distribuciones potenciales de especies, prever consecuencias de cambios de uso del territorio bajo diferentes tendencias del mercado, entre otros análisis. Ello ha motivado el desarrollo de técnicas para subdividir el territorio en unidades anidadas unas en otras, de forma que permitan la realización de análisis tanto de variables biofísicas como sociales, de forma tanto cualitativa como cuantitativa, con recursos de modelación numérica o técnicas de estadística no paramétrica, sobre cuadrículas (raster) o polígonos (vectorial), que representan capas de información de un territorio a diferentes escalas.

Cuando se clasifica un ecosistema, se realiza una subdivisión del complejo de la biósfera en unidades discretas. Esta clasificación se puede realizar a diversos niveles jerárquicos. Neef (2007) distingue tres dimensiones de trabajo: una dimensión topológica, una dimensión corológica y una dimensión geosférica. De acuerdo con este autor, los métodos utilizados para clasificar el paisaje difieren de acuerdo al nivel o dimensión en que se esté trabajando. En la dimensión geosférica, la clasificación comienza desde lo general, la superficie global de la tierra y desciende hacia los detalles. La clasificación en las otras dos dimensiones comienza con las unidades homogéneas más pequeñas y construye con estas unidades, estructuras sistemáticas más generales.

Al presente, la mayoría de los países desarrollados poseen su sistema de clasificación de ambientes o paisajes, realizada con diferentes métodos y técnicas y sobre la base de utilizar la información más confiable de la que disponen a la escala adecuada.

En la presente propuesta, se partirá de las unidades más pequeñas, las que serán estructuradas en unidades mayores de manera que las primeras queden perfectamente encestadas en las de orden jerárquico superior, lo que permitirá hacer análisis cuali y cuantitativos de cualquier porción del territorio. Esta clasificación está pensada para poder unificar *a posteriori* la información del conjunto de ecosistemas del Cono Sur de Latinoamérica, que poseen información comparable, ecosistemas y corredores ecológicos compartidos, conexiones físicas a nivel de cuencas y transporte de detritos por agua y aire, así como nexos políticos (Mercosur), que permiten suponer en un futuro próximo manejos consensuados de los recursos de estos ecosistemas interrelacionados.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La generación de una clasificación de paisajes o Ecozonas adaptada a las condiciones del relieve y suelos uruguayos, es un insumo fundamental para poder realizar un uso sustentable del territorio y prever la presión futura sobre el mismo, a partir de poder analizar: a) la distribución geográfica de la biodiversidad (la distribución de las especies no son patrones constantes, sino que se ven sujetas a procesos evolutivos, objeto de estudio de la Biogeografía histórica), b) los usos más probables (según aptitud de los suelos y definiciones de políticas forestales o agrícolas, y/o nuevos desarrollos de infraestructuras asociadas a comunicaciones, urbanización, minería y al turismo, etc.), c) políticas de conservación sustentables, que permitan continuar manteniendo los servicios ecosistémicos, con un uso del territorio que o bien permita mantener el ecosistema dentro de umbrales de resiliencia, o bien permita la reorganización de aquellas partes del mismo en que la agricultura del siglo pasado destruyó un porcentaje importante de las tierras trabajadas.

Los procesos de transformación del paisaje se han visto acelerados en el Nuevo Mundo en general, y en el territorio uruguayo en particular, desde la conquista y la colonización.

Desde la independencia del Uruguay, los factores que inciden negativamente en la conservación de las especies y ecosistemas se han acrecentado aceleradamente, siguiendo las tendencias demográficas y de aumento en el uso de los recursos naturales que ocurrió en Occidente durante el siglo XIX y XX, habiendo tenido una significativa aceleración en la primera década del presente siglo. Estas presiones provocaron la extinción de varias especies de vertebrados y la astricción de la genomia de otras. La incidencia de los efectos antropogénicos no es homogénea en todo el territorio, existiendo históricamente una concentración de impactos humanos en el Sur, Sur-Sureste, y el denominado Litoral Oeste del país sobre el valle del río Uruguay. Sin embargo, el panorama productivo nacional ha cambiado en los últimos años en función de un cambio tecnológico como lo es el cero laboreo, y el desarrollo explosivo de cultivos como la forestación, que han permitido la intensificación de la explotación de tierras consideradas hasta entonces marginales para la agricultura, permitiendo la instauración de cultivos en ecosistemas previamente destinados a ganadería extensiva.

A estos propósitos es necesario determinar la distribución en el territorio de las especies tanto potencial como actual. Para establecer distribuciones potenciales, se requiere un profundo conocimiento tanto de los requerimientos ecológicos de estas especies, como de los Sitios o Ecozonas según la escala requerida, que reúnan las condiciones para su eventual aparición.

La distribución potencial de una especie se estima a partir de los registros concretos documentados a través de colecciones, bibliografía que ofrezca respaldo documental (material de referencia conservado) u observaciones de campo, según la disciplina de que se trate (Elith *et al.*, 2006). Dichos registros se asocian, a través de la participación de expertos en biodiversidad, con la mayor cantidad posible de variables ambientales que influyen en la posibilidad de cada especie de estar presente. A partir de la información de una clasificación de paisajes, se puede generar la distribución potencial de las especies de vertebrados (no se posee aún suficiente información de invertebrados como para considerar su distribución potencial o real) y de flora registradas para el país, así como los factores ambientales que

podrían estar pautando su distribución. Por ejemplo, marcar los hábitats a los cuales se restringe, indicar de una lista una serie de condiciones ambientales (hábitat y recursos) que la especie necesita, listar una serie de especies vegetales o animales que la especie requiere para subsistir, señalar su capacidad de dispersión, etc. y a partir de estas unidades territoriales más información climática complementaria, establecer biozonas para diferentes grupos funcionales o comunidades de plantas. Para el caso concreto de peces por ejemplo, los factores ambientales que podrían estar pautando su distribución en el país serían, entre otros, el grado de asociación con aguas claras o turbias, con lechos pedregosos o fangosos, con ciertas comunidades vegetales o con otras especies de peces, el régimen del curso fluvial; y finalmente con su pertenencia a grandes cuencas que funcionen como corredores ecológicos entre Ecozonas.

Una clasificación de Ecozonas permite relacionar las especies de leñosas y gramíneas y el tipo de factores ambientales y condiciones meso y micro climáticas a las que se encuentran asociadas, al relacionar sobre qué tipos de suelos se desarrollan, qué pendientes toleran en el terreno en que crecen, qué requerimientos poseen en materia de recursos hídricos, luz, propiedades fisicoquímicas de los suelos, etc., permite predecir su distribución más allá de los puntos de registro existentes, con elementos de juicio que harían razonablemente probable su aparición. También el conocimiento de la capacidad de dispersión de las especies, que puede pautar limitaciones en la distribución potencial, ya que hay especies que, por su limitada capacidad de dispersión, no se encuentran en todo el territorio que potencialmente podrían ocupar, y una clasificación de paisajes de detalle, permite hacer ingresar esta variable al momento del análisis de la distribución.

Por lo tanto, teniendo una cantidad significativa de registros concretos e información acerca de la Historia Natural de los organismos, un sistema de clasificación de ambientes permitirá estimar el área total del país donde existen las condiciones para que una especie esté presente, lo cual constituye una buena aproximación a la distribución de las especies, actual y potencial, además de permitir la utilización de registros históricos de especies y datos climáticos a los efectos de una mejor comprensión de las variaciones ocurridas y de las esperables, vinculadas al cambio climático.

Se debe señalar también algunas características de esta metodología, que en algunos casos puede representar limitaciones y en otros contextos ventajas. Las distribuciones de los organismos, al ser dinámicas y haberse visto fuertemente influenciadas por las actividades humanas en los últimos siglos, varían en el tiempo. Los bordes de las distribuciones sufren extensiones y astricciones, y se dan extinciones locales y recolonizaciones que han sido estudiadas en el correr de los últimos años en el marco de la Teoría de Metapoblaciones (Brown y Lomolino, 1998). Por lo tanto, la distribución potencial no necesariamente coincide con la genomia actual de una especie, aunque es un punto de partida adecuado para verificar en el terreno los procesos y circunstancias que puedan haber pautado modificaciones distribucionales.

Entre las ventajas que brinda la clasificación de unidades territoriales encestadas e incorporadas a un SIG (Sistema de Información Geográfica), es que conocidas las condiciones ambientales existentes en la actualidad, las distribuciones potenciales que se generen tienen

alta probabilidad de responder a dichas condiciones, y permiten determinar aquellas áreas donde la especie podría encontrarse en la actualidad aunque aún no se posea el registro. Además en la medida que se consideren escenarios futuros, en particular la expansión geográfica de las tendencias productivas, es posible generar modelos predictivos de las tendencias de astricción de las especies. El método de estimación de las distribuciones potenciales ofrece innumerables posibilidades de generar nuevos datos en distintos escenarios, y de allí su ventaja sobre otros métodos para favorecer un proceso continuo de retroalimentación que permita alcanzar los estándares de calidad ecosistémicos que se tengan por objetivo.

El método de estimación de distribuciones potenciales de las especies es también idóneo para su aplicación en el caso uruguayo por otro motivo: en este país los esfuerzos de muestreo que han dado lugar a la formación de las colecciones biológicas existentes no han sido producto de campañas sistemáticas organizadas territorialmente, y por lo tanto no representan evidencia sólida de la distribución nacional de los organismos. Las limitaciones de las bases de datos disponibles se relacionan también con el hecho de que hay importantes sesgos en los esfuerzos de muestreo para distintos grupos. Por ejemplo, la mayor representación de varios taxones se concentra en la zona costera y en el período estival, lo cual da la pauta únicamente de que los colectores frecuentaron las zonas balnearias en época de vacaciones. Esto implicaría un abordaje metodológico diferencial para distintas zonas del país, salvo que se trabaje en pos de definir las áreas potenciales de distribución, ya que la naturaleza predictiva de las mismas minimiza la probabilidad de que nuevas colectas modifiquen los resultados. De este modo, la confección del sistema de clasificación de ecosistemas planteado, permitirá superar los inconvenientes existentes a escala nacional para establecer bio-regiones a partir de colecciones biológicas y bases de datos que resultan incompletas o anticuadas para tales fines.

La estimación de distribuciones potenciales sobre estas bases, permite a su vez tomar en cuenta el cambio de uso del suelo, según destino más probable, vinculado a las actuales tendencias, incorporando adecuadamente las productivas y otros factores socioeconómicos, lo que genera la base para establecer modelos predictivos y sobre ello establecer escenarios asumiendo diferentes políticas públicas, como ser: con o sin ordenamiento ambiental del territorio, con o sin políticas de incentivos fiscales, etc.

Sobre estos escenarios se podrán hacer representaciones prospectivas que permitan compatibilizar las actividades productivas con la preservación del medio ambiente mediante graduar las perturbaciones producidas a la capacidad de reorganización del ecosistema mediante rotaciones, establecer áreas prioritarias para la conservación, delinear corredores biológicos y jerarquizar áreas a preservar al menos de un cambio de uso que signifique mayor presión sobre el ecosistema y pérdida de servicios ambientales socialmente imprescindibles.

1.2. ANTECEDENTES

Las clasificaciones del territorio bajo denominaciones tales como paisajes, ambientes o ecosistemas, han sido extensamente utilizadas tanto para interpolar y extrapolar resultados experimentales, como para planificar los usos del territorio y proponer medidas de manejo de

sistemas productivos o naturales y más modernamente en el establecimiento de políticas de conservación de la biodiversidad.

Distintas escuelas de pensamiento han definido paisaje con diferentes criterios dependiendo de su origen y la evolución del concepto en el tiempo.

La escuela Norteamericana de Ecología del Paisaje considera a este, como una categoría más para el estudio de los ecosistemas (Forman y Godron, 1986).

Para González Bernáldez (1981), paisaje es información del ecosistema que percibimos por los sentidos, para este autor hay que tener en cuenta que el paisaje constituye una manifestación combinada o cuadro sintético de características climáticas, geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, edafológicas, biológicas y culturales de un territorio.

La *European Landscape Convention* (Council of Europe, 2000) define jurídicamente el concepto de paisaje" como cualquier parte del territorio tal como lo percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos.

Como puede apreciarse de esta breve revisión la diferencia entre escuelas de pensamiento es la importancia que se le atribuye al factor "perceptivo" mediado culturalmente, frente al de los procesos, estructuras y funciones objetivables.

Para Montes *et al.* (1998) acorde a la definición de González Bernáldez (1981) el paisaje es desde una aproximación ecosistémica, una herramienta metodológica básica para el análisis ecológico, así como para la caracterización geográfica y expresión cartográfica de la dimensión espacial de ecosistemas concretos a diferentes escalas. El nexo con la definición de González Bernáldez, estaría dado por la metodología de trabajo a partir de imágenes de sensores remotos que expresan las características del fenosistema que el observador interpreta a partir de su experiencia de observaciones de terreno.

No obstante la consistencia de esta línea argumental, las 256 clases de tonos de gris de una imagen de foto aérea, no reflejan la totalidad de atributos de un ecosistema [1] y sin embargo son suficientes para discretizar ecosistemas, en la medida que puedan ser correlacionados con factores del criptosistema obtenidos a partir de datos de laboratorio; pero en todos los casos, en ciencias experimentales, todo conocimiento está mediado por "el ojo" del observador (von Glasersfeld, 1991), y por tanto cualquier objeto físico percibido directamente por los sentidos, o indirectamente a través de técnicas de cualquier tipo, cabría en esta definición de paisaje. Con esta amplitud es que será utilizado el término paisaje en el presente trabajo, es decir la

[1] / Tampoco lo hacen otros tipos de sensores remotos como las imágenes satelitales o radar, aunque puedan realizarse diferentes operaciones aritméticas con las varias bandas que las componen (cada banda con 256 tonos), asignando falsos colores a cada una de ellas y multiplicando en mucho las posibilidades de discriminación. Los primeros PCs eran máquinas de 8 bits (bits per pixel or pixel depth; pixel por bit o profundidad de pixel), y en contextos de 8-bits, la profundidad de píxel es 8, y cada píxel de presentación puede ser uno de 256 colores posibles o tonos de gris. Hoy abundan procesadores más recientes y estructuras de datos para información de 16-bits, 24bits y 32-bits. Con un raster de 24-bits (o con tres rasters de 8-bits corregistrados, la profundidad de píxel es de 24 y son posibles 16.777.216 colores.

discretización cartográfica del ecosistema en unidades territoriales a diferentes escalas, teniendo en cuenta como lo expresara González Bernáldez (1981) y Montes *et al*. (1998), que el paisaje es una percepción multisensorial combinada o cuadro sintético de características climáticas, geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, edafológicas, biológicas y culturales de un territorio, con una mirada experta basada en la mejor información disponible, que permita incluso separar lo permanente, "el ser", de lo transitorio, "el estar", que está condicionado por el uso actual y que por tanto pertenece a un orden jerárquico diferente en un sistema que diferencie estos aspectos.

Una **Clasificación de Ambientes para fines ecológicos**, en función de la escala de análisis, puede utilizar criterios climáticos, geológicos, geomorfológicos y edafológicos, entre otros.

Las clasificaciones pueden ser pragmáticas, como lo fue la utilizada para el manejo de sistemas poco intervenidos en los EEUU (praderas, bosques), o jerárquicas como la rusa, australiana y canadiense, o como la actual propuesta del USDA (U.S. Department of Agriculture) Forest Service (Ecomap, 1993). Bailey (2009) a su vez plantea que las clasificaciones pueden ser empíricas o deductivas, cualitativas o cuantitativas; distingue varias modalidades a las que denomina:

a) El método Gestalt. Este método clasifica según la apariencia de los ecosistemas por observaciones de terreno y/o fotografía aérea, llevando a nomenclaturas geográficas sin reglas explícitas y por tanto en forma intuitiva, este fue el método originalmente usado en los bosques y praderas de Estados Unidos de Norte América, y tiene el inconveniente de distinguir como sitios diferentes a diferentes estados sucesionales, además de ser inadecuado para el trabajo a diferentes escalas

b) El método de superposición de mapas temáticos. Este método tiene el inconveniente de que las cartas temáticas son realizadas partiendo de diferentes bases cartográficas, utilizando diferentes metodologías y herramientas, diferentes propósitos, grado de detalle y por tanto sus límites difícilmente sean coincidentes por agregación de unidades menores o subdivisión de las mayores y no necesariamente reflejan adecuadamente unidades ecológicas.

c) Métodos de análisis multivariados. Este método si bien tiene la ventaja de la objetividad, tiene las desventajas de que las unidades así clasificadas, no son necesariamente unidades ecológicas si no incluyen en forma comprensiva procesos ecológicos que las hagan significativas y este método objetivo suele agrupar celdas no emparentadas ecológicamente y inversamente separa elementos claramente interconectados como por ejemplo partes de una planicie de inundación, en todo caso el método es útil para generar hipótesis a ser verificadas cuando se dispone de importantes bases de datos georreferenciadas, incluyendo las biológicas tales como presencia-ausencia de especies vegetales y animales, que luego puedan ser interpretadas en función de atributos o procesos ecosistémicos. En esta misma categoría pueden incluirse aquellas clasificaciones realizadas por clasificación de imágenes, las que pueden incorporarse al análisis multivariado o tratarse en forma independiente del conocimiento del territorio de diferentes disciplinas, pero con el inconveniente adicional de clasificar como diferentes a zonas, aquellas que simplemente denoten diferentes estados sucesionales de un mismo ecosistema, o sean parches en una misma unidad ecológica, o incluso debido a la presión puntual del uso del suelo, o sea confundir el "ser" con el "estar".

e) Método de los factores controlantes. Es un método deductivo que establece en las unidades de rango jerárquico superior (de escala más pequeña) aquellos factores que condicionan la evolución de los restantes, como lo es el clima, la geología, el relieve, el suelo y finalmente la vida, en particular las comunidades vegetales. Si bien este método es en teoría el mejor, presenta el inconveniente de que se requiere disponer de cartas temáticas que puedan ser anidadas, para generar cartografía a diferentes escalas en unidades jerárquicas y mutuamente excluyentes.

Según Udo de Haes y Klijn (1994), Zonnelveld (1995) y Montes *et al*. (1998) existen dos aproximaciones al desarrollo de sistemas de clasificación ecológica, y por consiguiente de cartografía del medio natural, el *enfoque deductivo* que parte de una base teórica acerca de cómo se organiza el ecosistema en el espacio, condicionando desde el principio la clasificación y la cartografía. Para este procedimiento se requieren conocimientos previos sólidos del ecosistema que se pretende clasificar en particular de sus componentes geosistémicos. La otra aproximación es la *inducción* a partir de datos empíricos por análisis multivariado, este procedimiento es particularmente útil, cuando se clasifican paisajes desde una perspectiva más de su percepción sensorial que para análisis de diversidad potencial. La técnica utilizada suele ser inicialmente una clasificación automática o supervisada de imágenes satelitales de alta resolución y su análisis pixel a pixel, combinado con registros (indicadores geo-referenciados) del medio natural, analizados por métodos estadísticos multivariantes y/o algoritmos que den índices de aspectos tales como diversidad, parentesco, redundancia, entre otros. Las semejanzas y diferencias entre unidades emergerán del análisis de los datos.

Finalmente ambos métodos pueden combinarse mediante la instrumentación de cuadrículas dentro de las cuales se calculen estas variables, luego modificando la superficie de cada cuadro en la cuadrícula se puede estimar aspectos como parentesco o redundancia, y así validar límites físicos para el establecimiento de bio-regiones al interior de las Ecozonas atendiendo a requerimientos de diferentes taxones, como puede ser bio-regiones de aves, mamíferos, plantas, etc.

Las clasificaciones jerárquicas pueden partir de la determinación de la unidad elemental y construirse hacia las taxas más generales mediante agrupamientos de estas unidades según diferentes criterios, en otras de rango jerárquico superior o realizar el proceso inverso como en la propuesta de Montes *et al*. (1998).

Según González Bernáldez (1981) en el sistema australiano, la unidad elemental se denomina "Land Unit", y está definida por la composición de padrones de sitios o toposecuencias, cambia la Land Unit cuando estos se modifican, aunque la geoforma sea genética y morfológicamente similar. Las "Land Units" a su vez se agrupan en lo que denominan "Land System", al cual a su vez se le exige el asociarse geográfica y geomorfológicamente, así como formar patrones recurrentes. Los límites de los "Land Systems" coinciden con algún rasgo geológico o geomorfológico en los levantamientos de Australia, y distinguieron tres tipos de Land Systems: simples, complejos y compuestos. Los simples son homogéneos, los complejos estarían formados por unidades relacionadas genéticamente, en tanto los compuestos, por unidades relacionadas geográficamente y no por su génesis, aspectos estos que se relacionan con la necesidad de construir cartografía apta para el manejo y la conservación de ecosistemas a

diferentes escalas. En la Unión Soviética según González Bernáldez (1981), la unidad más simple, era equivalente al sitio, es el "Fatsiya" (Facies) caracterizada por su relativa homogeneidad interna. La asociación característica de Facies constituye una unidad de orden superior "Zveno" (Enjambre) y "Uróchishche" del cual existen, a semejanza del sistema del SCIRO, modalidades simples y complejas. Los Uróchishche son asociaciones de Facies con un sustrato homogéneo, unificados por un paisaje geoquímico u otras formas de transferencia de materiales. En los Uróchishche complejos existen variaciones litológicas y morfogenéticas importantes. Las categorías superiores se refieren a grandes divisiones zonales y por tanto relacionadas al clima y latitud.

Vinogradov (1967) define las siguientes categorías:

1. Facies caracterizado por una biocenosis y una variedad de suelos (macrocomplejo), condiciones ecológicas homogéneas en cuanto a exposición, litología, humedad y microclima, comúnmente ocupando un elemento del relieve.

2. Land unit, sistema natural de facies caracterizados por la misma secuencia topoecológica. Sinónimos de este concepto serían términos como catena, land unit, uróchishche, krais, microcore y land facet.

3. Land System, combinaciones de unidades de paisaje genéticamente relacionadas por superficies homogéneas y a formas de relieve macro y meso de gran escala. Sinónimos serían mistnost y mesocore.

4. Landscape, caracterizado por una combinación de unidades menores, serían sinónimos landshaft, macrocore y sistema de tierras complejo.

En todos los sistemas analizados, en los agrupamientos de unidades en otras de rango jerárquico superior, se nota en general una definición poco precisa de las características de estas unidades. Sin embargo, todos los sistemas hacen hincapié en la existencia de padrones que se repiten al menos en aquellas unidades que agrupan Sitios.

En general, las distintas clasificaciones son relativamente dependientes de las características de los ecosistemas que intentan caracterizar y la información del medio físico y biótico que disponen a una escala adecuada.

Así la elección de partir de los rangos jerárquicos superiores o a la inversa dependerá de que se disponga o no de la información básica a nivel de detalle. En el caso del presente trabajo para Uruguay, ella está disponible como resultado de un estudio previo que tuvo por objetivo separar unidades de paisaje sobre la base del análisis de atributos tales como suelos, geología, relieve, vegetación y uso dominante a escala 1:40.000.

1.3. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Los insumos para el presente trabajo comenzaron a principios de la década de 1970, cuando en el marco del levantamiento de suelos del Uruguay, y como parte del equipo de técnicos de

la Dirección de Suelos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, participé en la realización de un estudio y cartografía de suelos de todo el territorio, efectuado sobre un relevamiento de fotografía aérea a escala 1:40.000; escala esta, que si bien puede generar algunos inconvenientes en un paisaje en mosaico *sensu* González Bernáldez (1981), tiene precisión e información suficiente y la ventaja adicional de que toda la información está referenciada a la misma base cartográfica y relevada con el mismo propósito además de disponible en SIG. Quienes desarrollamos el trabajo, incluimos además de la descripción del perfil o los perfiles de cada unidad de suelo cartografiada, los materiales geológicos sobre los cuales se desarrollaban, las pendientes dominantes y una descripción somera de la vegetación.

Se realizaron además unos 8.000 análisis de caracterización (pH, CIC, saturación en bases, bases, materia orgánica, P, N, Na, Ca, Mg, Fe, Al, y textura) de los perfiles de suelos más representativos. Con esta información se hicieron grupos de suelos con propiedades similares y agrupables geográficamente, sobre cuya base se realizó la Clasificación de Suelos del Uruguay (Altamirano *et al.*, 1976) y la Carta de Reconocimientos de Suelos del Uruguay a escala 1:1.000.000 (Dirección de Suelos y Fertilizantes, 1976).

Esta experiencia fue la base de las categorías inferiores del sistema abierto de Clasificación de eco-regiones de Gastó *et al.* (1993) cuya aplicación al territorio de Chile, por ser este un país con gran variedad de climas, relieve y geología, fue un insumo invalorable a la hora de desarrollar este trabajo.

1.4. EL PROBLEMA DE LA RESOLUCIÓN CARTOGRÁFICA

La mayoría de las Ciencias de la Tierra han realizado clasificaciones del atributo del paisaje objeto de su estudio, atendiendo a su vez a la realización de cartas temáticas a diferentes escalas. Hasta el presente, no existe ninguna clasificación disciplinaria que resuelva en forma satisfactoria la clasificación de territorios como cuerpos naturales, que tienen una anatomía o arquitectura, una fisiología o funcionamiento, y un comportamiento o respuesta a estímulos externos, homogénea a cualquier escala, sino que puede afirmarse que cada disciplina tiene resolución óptima a ciertas escalas y debe recurrir a otras disciplinas cuando debe cambiar de escala. Por ello han recurrido a los distintos atributos del medio físico: suelos, relieve, clima, geología, etc., a aquella escala en la que naturalmente se distinguen unidades relativamente homogéneas, es decir que se termina utilizando en forma directa o indirecta elementos que pertenecen a otras disciplinas. Las cartas de suelos denominadas **de reconocimiento a escala 1: 1x 10^6** o **1:5 x 10^6**, suelen ser cartas que combinan factores geológicos (litológicos y estructurales) o geomorfológicos para definir sus unidades, a las que luego se les atribuye un determinado complejo de suelos, esa fue la solución encontrada por ejemplo cuando se publicó la Carta de Suelos del Uruguay a escala 1:1000.000. El concepto de **zonalidad** creado por la escuela rusa de Dokuchaev, en realidad atiende a estos fines. Los **suelos zonales** serían los característicos de una región climática, en los cuales el factor climático, actúa en el suelo por un período de tiempo suficientemente largo, como para superar la influencia de cualquier otro factor. La clasificación de suelos del *United State Department of Agricultura* (U.S.D.A.) (Soil Survey Staff, 1997) utiliza factores climáticos a nivel de suborden, lo que permite realizar cartas de “suelos” de escala continental; sin embargo, lo que normalmente ocurre es que esas

cartas son en realidad cartas bioclimáticas con información de suelos. Con posterioridad, la geomorfología utiliza el mismo concepto en relación a los procesos geomorfológicos y a las formas a ellos atribuibles vinculadas al clima, o a criterios de geología estructural. Cada región morfoclimática tendría una serie de procesos zonales característicos dando lugar a subdisciplinas como la Geomorfología Climática (Tricart y Cailleux, 1965; Gutiérrez Elorza, 2001) o la Geomorfología Estructural (Penk, 1953), entre otros.

El concepto de **zonalidad**, sin embargo, que para González Bernáldez (1983) estaría inspirado por las grandes llanuras, no resuelve correctamente el problema fuera de ese contexto. Así, similares procesos morfogenéticos ocurren aunque con distinta frecuencia en casi todas las regiones morfoclimáticas y los procesos o los suelos azonales, son demasiado frecuentes, hasta dominantes en depresiones, montañas, etc.

1.4.1. Criterios de clasificación

Por lo expuesto, una clasificación debe seleccionar los atributos a aquella escala en la que tengan mayor resolución, en la medida que respete la organización jerárquica del sistema, y sea una forzante sobre los niveles jerárquicos inferiores. El sistema que cumple con esta premisa es el climático, dado que es el clima el que condiciona el modelado del relieve, los ambientes sedimentarios, y directamente o a través de la vegetación, el desarrollo de los suelos dentro de una región morfoestructural.

Otro criterio es el de persistencia o estabilidad, la mayor persistencia está dada por la geología a la cual se asocia a través de los procesos de modelado, una cierta pendiente, geología y relieve que condicionan en mayor medida los suelos Tricart y Kilian (1982). Estos últimos, si bien tiene mayor persistencia que otros atributos del sistema, son modificados por el cambio de uso del suelo o por cambios en la cobertura vegetal debidos a cambios climáticos, por ello siempre son utilizados en los rangos jerárquicos inferiores.

1.5. OBJETIVO

Obtener una clasificación jerárquica de ambientes de Uruguay, apta para permitir analizar la biodiversidad de Uruguay (diversidad de ambientes, riqueza de especies, especies amenazadas y prioritarias), servicios ecosistémicos, sitios puntuales clave para la conservación, corredores ecológicos, áreas de amortiguación, escenarios futuros, etc.) y en función de ello realizar una planificación territorial que permita un manejo responsable de la actividad silvoagropecuaria.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo implicó la clasificación de 33.608 polígonos por su similitud de respuesta ecosistémica y los servicios que presta a la sociedad -considerados en sentido amplio- en diferentes unidades con diferente resolución espacial, pertenecientes a 188 unidades de suelo, en un número menor de Sitios o Complejos de Sitios, los que se agruparon a su vez, en Distritos y en Ecozonas.

A su vez, se ajustó para las condiciones del país, el sistema de "Clasificación de Eco-regiones y determinación de Sitio y Condición" de Panario *et al*. (1987, 1988), Gallardo y Gastó (1987), Gastó *et al.* (1993), actualizándolo con la experiencia de otros autores como Bailey (2009) coautor del Ecomap (1993) de los Estados Unidos de Norteamérica, que son clasificaciones jerárquicas de ambientes, con unidades mutuamente excluyentes y exhaustivas a diferentes escalas.

En la presente propuesta, se incluyeron otros criterios más específicos para una clasificación pensada en términos de conservación de la biodiversidad, más que en criterios de producción, como la citada propuesta de Gastó *et al.* (1993). Sobre esta base se elaboraron 4 taxones, según la escala de análisis, utilizándose:

(a) para la de menor resolución, se elaboró una regionalización por zonas climáticas (**Provincias**) utilizando los índices de Köppen-Geiger (Peel *et al*. 2007) para su representación a escala $1:10^7$;

(b) a su vez sobre la base de **Unidades Morfoestructurales** (**Ecozonas**), desarrolladas a partir de asociaciones de materiales parentales geológicos, realizándose una generalización para su representación a escalas menores o iguales a $1:5x10^6$;

(c) una tercer categoría, el **Distrito**, fue elaborada teniendo en cuenta la energía del relieve (calculada sobre base de curvas de nivel del Servicio Geográfico Militar), a nivel de depresiones, planos, lomadas, colinas, cerros y escarpas para una representación a escalas del orden de $1:5x10^6$ (Distritos);

(d) un cuarto nivel, los **Sitios** o **complejo de sitios,** están conformados por las unidades elementales del paisaje con representación a escalas entre 1:50.000 y mayores, realizados sobre información detallada de algunos parámetros edáficos escogidos, que permiten generalizar la información de suelos de detalle disponible para todo el país (CONEAT, 1979), por aquellas variables edáficas que condicionen el tipo de vegetación o significativamente su productividad.

Las unidades morfoestructurales, Ecozonas, deberán reunir la condición de no solamente estar emparentadas a nivel de unidades del rango jerárquico inferior por procesos geomorfológicos, sino además deberán cumplir con la condición de pertenecer a una única unidad territorial, como lo sugiere Bailey (2009).

Siguiendo los criterios de otras clasificaciones jerárquicas como la rusa, la australiana y la canadiense, se utilizarán unidades tales como horst y graven, cuencas sedimentarias, derrames basálticos, grandes superficies de pediplanación de rocas del escudo, etc.

Estas unidades mayores son particularmente útiles para determinar la presencia potencial de especies que exploran amplios territorios o cuya distribución se prolonga por sobre el gradiente del hábitat. Así, se adoptará una visión holística para la identificación y comprensión de unidades territoriales de diferentes escalas de agregación, que culmine en la identificación de regiones. La integración de recursos, hábitats y sus nexos con la biodiversidad a través de la estructura física, permitirá un análisis crítico que del uso de los recursos naturales está realizando la sociedad uruguaya. Las variables del clima, los relieves y suelos asociados, junto a la vegetación arbórea, arbustiva, herbácea o acuática, permitirán distinguir los principales ecosistemas: pastizales, humedales, monte de galería (riparios), monte serrano, monte de quebradas y parques (sabana). El uso del suelo definido por sus grandes componentes, puede ser sobreimpuesto; las áreas destinadas a la ganadería, a la agricultura de secano, a la agricultura de riego, a las plantaciones forestales, a la explotación de recursos mineros y las grandes urbanizaciones y sus ejidos extraídos por clasificación de imágenes satelitales, pueden sobreimponerse a la información biofísica y obtenerse por este medio ecosistemas que sólo existen relictualmente o han dejado de existir por completo, y jerarquizar las amenazas de los remanentes y su grado de fragmentación, para posibilitar una adecuada política de planificación territorial. Para atender a estas necesidades es que se realiza una Clasificación de Unidades Territoriales, que permitirá evaluar su estado en función de su vocación de uso, y correlacionarlo con su uso agropecuario actual o potencial (Gastó *et al.*, 1993), o con su destino de uso más probable en función de las tendencias de política y mercados; es decir, que permita tener en cuenta, además de la preservación de una alta biodiversidad, la necesaria cohabitación con una producción silvoagropecuaria que ha sido y continúa siendo el principal soporte de la economía del país.

Este conjunto de unidades territoriales y la información que la acompaña fue estructurada sobre la base de un Sistema de Información Geográfico (SIG). En el presente trabajo el SIG, será un elemento fundamental para la metodología de construcción de una propuesta de clasificación del territorio, basada en análisis cuali y cuantitativos.

2.1. CARACTERÍSTICAS Y CONSTRUCCIÓN DEL SIG

La construcción del SIG básico incluye la incorporación de coberturas vectoriales para todo el país de suelos a diferentes escalas, geomorfología, geología, hidrografía, curvas de nivel, pendientes, caminería y centros urbanos, etc., y las bases de datos disponibles, anexadas como tablas biunívocamente relacionadas a cada polígono del sistema.

Se trabajó ingresando información generada a varias escalas. Por un lado toda la información geográfica: hidrografía, caminería, curvas de nivel provenientes de la información de las 302 cartas del Servicio Geográfico Militar y que tiene un origen en papel a escala 1:50.000 o 1:100.000. Por otro información proveniente de cartas temáticas, básicamente de la cartografía de suelos de detalle conocida como CONEAT, (1979), la Carta de Suelos del

Uruguay a escala 1:1.000.000 (Dirección de Suelos y Fertilizantes, 1976), la Carta Geológica a escala 1:500.000 (Preciozzi *et al.*, 1985), y la Carta Geomorfológica a escala 1:5.000.000 (Panario, 1988; Panario y Gutiérrez, 1999).

Para trabajar el soporte físico del paisaje, se utilizó la cartografía CONEAT (1979) con la información de suelos y relieve asociada en formato shape (formato de archivos del software ArcView). Se sistematizó la descripción existente para cada una de las 188 unidades CONEAT, conformando una base de datos que contiene información sobre: aptitud de uso, relieve, geología, riesgo de erosión, capacidad de uso, textura, profundidad, clasificación de suelos a nivel de subgrupo (según Clasificación de Suelos del Uruguay, Altamirano et al., 1976), fertilidad, drenaje, pH, salinidad, capacidad de intercambio catiónico, saturación en bases, etc. (CONEAT, 1979; Dirección de Suelos, 1981), riesgo de inundación (CONEAT, 1979; Dirección de Suelos, 1981, Sganga, 1985), Estas unidades cubren una superficie de 174.446 km^2 [(2)], con un promedio de superficie por unidad de 5,19 Km^2 (tamaño máximo: 1.710,52 Km^2 y mínimo: 0,008 Km^2), abarcando 33.608 polígonos para todo el territorio.

La escala de fotointerpretación utilizada para el trabajo de campo de las unidades de suelo, fue para la mayor parte del territorio de 1:40.000 y sólo excepcionalmente a escala 1:20.000, por lo que se trabajó en este análisis mayoritariamente con un complejo de sitios o catena para las unidades de mayor detalle cartográfico.

A su vez, se incorporó al análisis la cartografía de suelos a escala 1:1.000.000 realizada por la Dirección de Suelos (Dirección de Suelos y Fertilizantes, 1976; Altamirano et al., 1976), que es una generalización de las unidades CONEAT, que realizáramos con los resultados de la esta cartografía y que por tanto coincide en sus límites con la base de las unidades elementales, lo que permite analizar las zonas en las que se producen padrones repetitivos de suelos y compararlos con la distribución espacial de una Ecozona.

Para la cartografía de Distritos, se analizó cada una de las unidades de la carta CONEAT, haciendo un análisis de la pendiente predominante para cada una de ellas. Este análisis se realizó a partir de las curvas de nivel del SGM digitalizadas cada 10 metros, a partir de calcular para la distancia entre curvas la pendiente del terreno (Tabla 1). En aquellas unidades que teniendo un área en la cual se expresan claramente diferentes pendientes que permitirían su asignación a diferentes Distritos, se las clasifico usando uno de estos criterios:

a) la pendiente predominante en toda la unidad,
b) la pendiente que aunque no mayoritaria, fuera significativa por la importancia ecológica de los procesos asociados, por ejemplo, la presencia de 2 o más curvas con una cercanía que permita detectar la existencia de cornizas o escarpas.

El procedimiento consistió en medir transectas sobre las curvas, para determinar a partir de la separación entre ellas, la pendiente predominante. El análisis fue realizado sobre la pantalla,

[2]/ La superficie total incluyendo las superficies ocupadas por centros urbanos, lagos y represas es de 176.215 (+/- 64 km2), según el Servicio Geográfico Militar (*http://www.geoinstitutos.com/uruguay/inicio_uru.asp*).

manteniendo constante una escala de visualización de 1:50.000, a efectos de poder establecer un criterio homogéneo de asignación de pendiente.

Tabla 1. Rango de pendiente utilizado para caracterizar la pendiente de los Distritos.

Distrito	Rango de pendiente medida en %, que determina la pertenencia a un distrito	Distancia en planta entre curvas (trazadas cada 10m)
Serrano	< 66 ≥ 34	> 15,0 ≤ 29,4
Ondulado fuerte	< 34 ≥ 18	> 29,4 ≤ 55
Ondulado suave	< 18 ≥ 10	> 55 ≤ 100
Plano ondulado fuerte	< 10 ≥ 6	> 100 ≤ 165
Plano ondulado suave	< 6 ≥ 2	> 165 ≤ 500
Plano inclinado	< 2 ≥ 0,2	> 500 ≤ 5.000
Plano	<0,2 ≥ 0,01	> 5.000 ≤ 100.000

2.1.1. Procedimiento utilizado

Durante las etapas de mapeo de suelos, entre las variables relevadas, figuraba la energía de la pendiente en porcentaje, en algunos casos este valor fue medido con clinómetro y en otros estimado por el observador. De esta forma esa información sistematizada por rangos de pendiente, permitiría hacer una clasificación en forma automática. En muchas unidades incluso se establecía un rango de pendientes para una misma unidad, lo que permite hacer dos clasificaciones, una por pendiente máxima y otra por pendiente mínima, dado que utilizar un promedio carece de sentido, porque este rango no establecía una variación en torno a la media, sino dos pendientes promedio que aparecían en un mismo sitio por razones de escala.

Conociendo las falencias del método, se superpuso al mapa de sitios las curvas de nivel del SGM en formato vectorial separadas cada 10 metros para mejorar la visualización (shape digitalizado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas), pudiendo determinarse importantes errores no sistemáticos, particularmente en las zonas de pendientes más fuertes (de más difícil acceso y menor valor económico) en la información aportada por CONEAT.

Por tanto se decidió trabajar usando la cartografía de curvas cada 10 metros, y analizando polígono por polígono, donde había errores significativos que ameritaran un trabajo tan detallado.

A pesar de la mayor profundidad de análisis que permite alcanzar este método, se debe igual señalar que se debió subsanar errores que presentaba este *shape* de curvas de nivel, que tienen posiblemente origen, en que fue digitalizado a partir de cartas originales escala 1:50.000 impresas en papel, donde para las zonas con mayor relieve, se dejaban las curvas cada 20 metros a efectos de lograr una mejor visualización de la información, evitando un empastado de líneas. Otros se deben a errores de dibujo, simplemente.

Otro hecho que puede inducir a errores, es la gran área superficial que cubren algunas unidades CONEAT, en las que se pueden observar diferentes tipos de pendiente. En este caso de unidad que por razones de escala presentaba más de una categoría de pendiente, se utilizó la pendiente dominante, pues si bien las herramientas disponibles permitirían separarlas como unidades diferentes el tiempo de cómputo requerido cuando se trabaja con más de 33.000 polígonos excede los objetivos de esta primera aproximación.

3. UNIDADES DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE PAISAJES - SITIO

3.1. EL SITIO, LA UNIDAD ELEMENTAL EN LA CLASIFICACIÓN DE ECOZONAS

La unidad elemental tierra-paisaje es un complejo homogéneo del ecosistema y se comporta a su vez como una unidad integrada que podrá o no coincidir con el concepto de suelo u otro atributo del medio físico considerado aisladamente.

El Sitio, es una unidad definible en condiciones naturales no perturbadas por un biotopo, un edafotopo y eventualmente otras variables ambientales. En general presenta, en condiciones poco perturbadas, una o eventualmente más de una comunidad vegetal madura, a las que en décadas pasadas se denominaban "climáxicas" cuando predominaba una concepción determinista en ecología. El criterio general de la clasificación, es el de utilizar como diagnóstico el elemento más permanente que en este caso es el edafotopo, además de otras variables ambientales relevantes que caractericen el sitio y sean capaces de discriminarlo de ambientes similares pero que se diferencien por las comunidades –a esta escala fundamentalmente vegetales- que sobre él habitan.

Según Zonneveld (1972), las clasificaciones de sistemas geográficos integrados, parten de la definición de las unidades de paisaje, las cuales pasan a ser agrupadas en unidades de rango jerárquico superior. Es por esta razón que la correcta definición de esta unidad es la clave del éxito de todo sistema de clasificación ecológica de unidades territoriales.

Por otra parte, la unidad de paisaje que se denomina **Sitio**, es la porción del territorio con potencialidades y riesgos homogéneos y por tanto, debe ser concebida a una escala de resolución usualmente del orden de 1:1.000 a 1:50.000, según las características del terreno y la finalidad para la cual se la utilice. La misma está pensada para atender a la investigación, conservación y eventualmente el manejo de fauna y flora, y debe ser resolutiva incluso a escala de terreno.

Debe tenerse en cuenta que la enorme diversidad de estructuras que la evolución estocástica del ecosistema produce, más la persistencia de estructuras generadas bajo condiciones paleoclimáticas y la propia variabilidad climática durante los tiempos necesariamente breves en que se plantean los ensayos empíricos, hacen que cualquier generalización de resultados sea peligrosa. Ello es especialmente válido si no se cuenta con una unidad territorial homogénea desde el punto de vista del ambiente en que se desarrollaron las comunidades vegetales, o animales.

La unidad escogida debe por tanto presentar una uniformidad de respuesta a estímulos o comportamiento del sistema tal, que permita extrapolar ó interpolar toda la investigación, fundamentalmente ecológica existente, o la planificación territorial atendiendo a características ecosistémicas tanto de representatividad, como eventualmente de singularidad. Desde este punto de vista, el mayor interés se centra a partir de este orden de jerarquía. En

efecto, dado que las unidades de rango jerárquico superior serán definidas climáticamente o por rasgos genéticos, existirá necesariamente un parentesco debido a una génesis común entre Sitios de distintas provincias definidas por variaciones del clima. Este parentesco será aún mayor en aquellos Sitios que por analogía podrían ser denominados azonales como los de depresiones. En estos casos podría establecerse un gradiente de parentesco, así los más emparentados serían los Sitios azonales, luego seguirían aquellos Sitios zonales, situados en sustratos alotígenos dentro de un mismo proceso morfogenético, como el caso de las terrazas aluviales o limos eólicos y finalmente, aquellos Sitios formados por suelos autígenos desarrollados sobre sustratos rocosos cuya evolución desde el sistema de intemperismo en adelante, va a estar más condicionada a la interacción de un sustrato particular con el clima. De esta forma y conocido el gradiente climático entre distintas provincias, podría establecerse factores de corrección para la extrapolación o interpolación de datos espaciales a partir por ejemplo de grupos funcionales o redes tróficas (Figura 1).

Figura 1. Componentes relacionados con el Sitio, que caracterizan a diversas jerarquías del sistema de clasificación de paisajes.

La desagregación en unidades de nivel jerárquico inferior al Sitio, dependerá del uso y manejo del territorio.

Tales unidades pueden o no subdividir un Sitio. Expresado de otra forma, la diferencia entre la clasificación de ecosistemas y su desagregación en unidades de rango jerárquico inferior, es la diferencia entre "**ser"** y **"estar**".

La presión de uso que la acción humana ejerce sobre el ecosistema, induce innumerables transformaciones que se manifiestan, o bien en la sucesión ecológica o bien en cambios permanentes e irreversibles del medio físico, fundamentalmente del suelo.

La primera situación es transitoria y el cese del estímulo o medidas de mitigación que impliquen un manejo adecuado, que puede incluir acciones tales como la reposición de nutrientes o la remoción mecánica o química de especies invasoras, puede retornar el sistema -si no a su condición original-, al menos a una

arquitectura y productividad comparable a la original, dentro de márgenes de fluctuaciones acordes a una evolución con niveles de complejidad comparables, lo que se conoce como mantenerse dentro de márgenes de resiliencia.

La segunda situación se produce cuando la alteración del sistema, es de tal magnitud que no puede retornar a una situación comparable debido a las características de las modificaciones del sustrato original y su posterior evolución edáfica que termina internalizando forzantes externas. Así, un Sitio que ha sufrido una erosión tal, que le ha hecho perder parcial o totalmente los horizontes superficiales o incluso la totalidad del *solum*, debe considerarse como otro Sitio, independientemente de su origen o estado inicial. El Sitio representa lo que es, siendo independiente de su origen o de su génesis y de su estado actual en materia de uso y condición. En efecto un sitio puede haber circunstancialmente perdido su cobertura vegetal por incendio o laboreo de la tierra, en el primero de los casos seguramente retornará más tarde o más temprano a un nivel de organización similar al original, en el segundo caso, este retorno es más complejo y en la medida en que la agricultura sobrepase cierto umbral, es posible no retorne a la situación inicial. Como puede observarse en Uruguay con tierras agrícolas degradadas y abandonadas, que originalmente fueron ocupadas por pastizales, y que hoy están convertidas en arbustales por sucesión natural. En estos casos, si se los remueve artificialmente, y se reconstruye un pastizal, este no recuperara los grupos funcionales originales, en la medida en que el subsuelo expuesto, ya ha modificado en forma irreversible sus propiedades tanto físicas como químicas.

El estado de un sitio, depende de su historia previa y se vincula a su uso y condición, lo que será analizado por separado.

3.1.1. Concepto de Sitio. Origen y evolución

El concepto de Sitio, como una entidad ecológica o de manejo basado en comunidades de plantas en estado "*climax*" -al decir de la ecología de la época- fue elaborado en los Estados Unidos a partir de los trabajos realizados en tierras forestales y luego extrapolado a otras comunidades vegetales como los pastizales. Tal definición, surge de la constatación de la existencia de unidades naturales homogéneas que, contrariamente a lo que podrían esperar los especialistas de las distintas disciplinas, no se correlacionaban biunívocamente con ninguno de los componentes del medio físico, como ser: geología, suelos, geomorfología, etc., tal como lo definían los especialistas de cada disciplina.

La existencia de una unidad natural de ocupación del espacio surgió entonces de la observación en ecosistemas poco alterados, de la constancia de la comunidad vegetal por sobre las variaciones de los distintos atributos del paisaje como son el suelo, el relieve e incluso el clima dentro de ciertos parámetros. Desde fines del siglo pasado se realizaron investigaciones sobre Sitios forestales en la mayoría de los países europeos, en especial en la Unión Soviética y Finlandia, además de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Al comienzo se intentó clasificar los bosques con el objeto de realizar un manejo más intensivo de los mismos. Para Ray (1956), el objetivo de clasificar las tierras en clases de calidad, era combinar dentro de una clase todas aquellas áreas de capacidad de crecimiento o rendimiento

similares. Estos estudios permitieron explicar diversas "condiciones" o estadios sucesionales existentes e identificar Sitios similares en localidades distintas.

El concepto de Sitio fue rápidamente incorporado a los cultivos de árboles y luego, en los Estados Unidos de Norte América, a las praderas (Dyksterhuis, 1958). La existencia de grandes parques nacionales con ecosistemas de pradera, permitió a los expertos forestales comprobar que lo que ocurría en los bosques se repetía en las praderas. En esta forma, la presencia de una comunidad madura a la que se denominaba "*climáxica*" definía el sitio.

La extensión del mismo concepto a otras áreas con comunidades herbáceas perturbadas se hacía a través de la descripción de aquellos elementos edáficos comunes a los distintos suelos, series o fases, que componían el Sitio donde el mismo era observado en condiciones naturales.

Es de hacer notar la diferencia entre ecosistemas muy poco alterados por el hombre como la mayor parte de las tierras fiscales de los EEUU de Norteamérica, con un uso previo a la colonización por cazadores-recolectores y posteriormente, en gran parte del territorio convertidas en parques nacionales o tierras fiscales bajo estrictas medidas de manejo, que la tierras de Europa, cuyo uso agrícola se remonta a los inicios del Holoceno, con una enorme cantidad de especies naturalizadas y en los cuales la persistencia del ecosistema depende más de la continuidad del uso humano del territorio (salvo quizás algunas excepciones de ecosistemas de montaña), que de su abandono a la sucesión ecológica, en la medida en que las forzantes inicialmente externas al sistema, han sido internalizadas por el mismo como queda de manifiesto en los trabajos de Liébault y Piégay (2001), entre otros.

En el caso de Sud América y en particular en el Uruguay, se dan diversas situaciones en materia de uso del ecosistema, pero hasta la colonización europea, este fue utilizado mayoritariamente también por cazadores-recolectores con muy bajo impacto, y si bien postcolonización ha tenido cambios drásticos, buena parte del territorio aún mantiene un uso pastoril que implica perturbaciones moderadas, en razón de lo cual estas forzantes externas no parecen haber sido internalizadas por el ecosistema, por lo que la sucesión ecológica presumiblemente tiende a recuperar los grupos funcionales originales (May y Panario, 1994; Altesor et al., 2008), indicando que el sistema es aún resiliente.

3.1.2. Antecedentes de uso del concepto de sitio

Cajander (1926) identificó los Sitios por asociaciones de plantas independientemente de la cobertura forestal. Más adelante, continuando las experiencias soviéticas, la tendencia fue incluir la cobertura forestal y las características fisiográficas.

De acuerdo con Renner y Johnson (1942) el concepto de Sitio en pasturas fue utilizado al comienzo sin una definición específica. Más adelante Renner (1949) se refiere a los Sitios como clases de tierras con determinadas características de suelos y vegetación, que determinan capacidades potenciales de producción. Dyksterhuis (1949) y el Soil Conservation Service (1962) define el Sitio como tipos de tierras que difieren entre sí en su habilidad para producir diferente tipo o cantidad de vegetación "climáxica".

Renner y Allred (1962) definen Sitio como un tipo de tierra de pastizales naturales que tienen cierto potencial de .producción forrajera. Sitio es el producto de la interacción de los factores ambientales, presentando una comunidad de plantas determinada. Los Sitios difieren entre ellos en el tipo o proporción de plantas presentes y por diferencias en la producción total.

El sitio también ha sido definido como un área de tierra con una combinación de factores edáficos, climáticos, topográficos y bióticos naturales, significativamente diferente a otras áreas adyacentes (Fullbright y Ortega-S., 2006). Estas áreas ambientales son consideradas como unidades para el propósito de discusión, investigación y manejo. Los cambios de un Sitio a otro representan diferencias significativas en producción potencial de forraje y diferencias en el manejo requerido para el uso de la tierra (Huss, 1964). Gastó (1979) lo define como una unidad de paisaje con una potencialidad determinada de producción de cierta cantidad o calidad de vegetación**.**

Zonneveld (1972) define ecotopo (Sitio) como la unidad más pequeña de la tierra de carácter global caracterizada por lo menos por un atributo que es muy homogéneo, siendo la variación de otros atributos pequeña. El suelo al que pertenece tal Sitio puede sin embargo estar compuesto por varios pedones. Considera que diferencias marcadas en la vegetación se deben solamente a la interferencia del hombre o a catástrofes naturales tales como fuego o tormentas.

Para el Soil Conservación Service (1975) Sitio es un tipo de tierra de pastizales que difiere de otros en su habilidad para producir una comunidad de plantas naturales. Los sitios se diferencian en el tipo o proporción de plantas en comunidades *"climax"*, diferencias en productividad o ambas. Estas diferencias deben ser significativas, es decir, aquellas que obligan a manejos diferentes.

Es interesante resaltar que el *Soil Conservation Service* defina el Sitio y no intente clasificar las tierras utilizando alguna categoría taxonómica de suelos, tales como serie o fase, posición ésta defendida por algunas escuelas de pedología con menos contacto con la praxis del trabajo en sistemas poco perturbados. La correcta identificación del Sitio es el único procedimiento idóneo para implantar normas de uso y manejo, que a la par que eventualmente maximicen la utilización de la biota, conserven los servicios ecosistémicos.

Paralelamente a estos trabajos, en otros países, quienes estaban vinculados al planeamiento y manejo del territorio arribaron a conclusiones similares en la búsqueda de una unidad natural**,** independientemente de que los agrupamientos de estas unidades en otras de rango jerárquico superior, fueran de naturaleza diferente en distintos sistemas de clasificación. Ello se debe al hecho de que mientras el Sitio tiene existencia fenomenológica, las agrupaciones de Sitios pueden hacerse de varias maneras, atendiendo a distintos propósitos prácticos o científicos, al marco conceptual, o al desarrollo de las disciplinas de apoyo, en particular a su capacidad de expresarse en cartografías confiables a las escalas requeridas.

El *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), de Australia, utilizó el Sitio (*Site*) (Tabla 2), y lo definió como una parte del paisaje que para todos los propósitos prácticos es uniforme en geomorfología, suelos y vegetación (González Bernáldez, 1981; Zonneveld, 1972).

El sistema utilizado por el *Directorate of Overseas Surveys* (1967, citado en Zonneveld, 1972) de Inglaterra, derivado del australiano, utiliza como unidad la "Land Facet" con una concepción entre la "Land Unit" del sistema australiano y el Sitio. Las "Land Facets" se combinan en "Land Systems" con un padrón característico en lo referente a relieve, suelos y vegetación, en forma de pautas que se repiten en el paisaje.

En la Unión Soviética según González Bernáldez (1981), coexistían diferentes modos de clasificación de paisajes para prospecciones integradas. La unidad más simple, equivalente al sitio, es el "Facies" (Fatsiya) caracterizada por su relativa homogeneidad interna. Las unidades elementales sirven para representar los tipos de vegetación relacionados por la sucesión vegetal en función del uso antrópico.

En Uruguay, desde la Dirección de Suelos del Ministerio de Ganadería**,** Agricultura y Pesca (M.G.A.P.), en colaboración con la Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra (CONEAT) del mismo ministerio, desarrollamos un sistema de unidades de clasificación del territorio supuestamente uniforme desde el punto de vista de su productividad potencial secundaria. Su finalidad inicial fue la de crear un impuesto finalista al uso de la tierra (CONEAT, 1979). Esta cartografía de unidades caracterizadas por su productividad secundaria fue de carácter no sistemático, basada fundamentalmente en la experiencia de los técnicos actuantes, e informantes calificados a los efectos de determinar dicha productividad. Su fácil interpretación y su practicidad de utilización (sobre las unidades de productividad se superpuso el catastro, y cada una de ellas contaba con información edáfica, botánica y geográfica general), convirtió a esta sub-división territorial en la herramienta fundamental utilizada por técnicos, propietarios y empresas inmobiliarias para planificar el uso e incluso fijar el valor de venta de la tierra, a lo que se le ha sumado su utilización por investigadores para referir sus datos experimentales. En realidad, su aceptación proviene en gran medida de que posee límites espaciales precisos**,** que complementan el conocimiento que de la tierra tienen agricultores y ganaderos.

Tabla 2. Comparación de la sistematización Jerárquica de pautas del paisaje en varios tipos de prospección integrada González Bernáldez (1981).

Land research and Regional Survey CSIRO (Australia)	Solnetsev (1948) (Ruskaya Ravnika)	Sochava (1963), Asia Central, Siberia Meridional
site		
	Zveno	
land unit		
simple land system		
	Slozhnoe urochische	
comple land system		
	Miestnost landshaft	Mezogeokhora

Es de hacer notar, que incluso culturas pre científicas, desarrollaron una terminología especial para designar unidades de paisaje. Así, según Zonneveld (1972) surgen términos como bañados, pantanos, vegas, guadales, marisma, dambo, tundra, caatinga, maquis, geest y otros como bofedal, estero, entre otros. Estos nombres muchas veces han sido tomados por edafólogos y ecólogos para designar el suelo o la vegetación, pero no han logrado en todos los casos la integración de estos elementos en un paisaje o parte de él, como fue su significado original.

3.1.3. El Sitio y su relación con unidades superiores de la Clasificación

Por el año 1948, Solnetsev (2007), distingue en relación a las propiedades del paisaje en el plano, dos características que reflejan el carácter discreto-continuo de la diferenciación del mismo.

Mosaicidad: definida como el conjunto de células de forma más o menos isodiamétricas que se agrupan en otras de rango jerárquico superior.

Orientacionalidad: conjunto de series de células que se distribuyen en el plano en forma lineal -alargada.

El primero de estos sistemas es característico de los paisajes ondulados, en tanto el segundo, con el dominio de procesos de transporte, es más característico de los sistemas fluviales y, aunque con menor expresión longitudinal, puede representar a los arreglos de Sitios en los Distritos de mayor pendiente. Las grandes llanuras, serían para este autor un tercer tipo de paisaje a dominancia de procesos zonales con generación de Sitios en bandas latitudinales de gran homogeneidad.

3.1.3.1. *Sitio y serie de suelo*

La mayoría de las definiciones de la unidad, el Sitio, hacen referencia a la uniformidad relativa de los atributos del ecosistema. Las definiciones varían en cuanto a la importancia que se le adjudica a la variabilidad del medio físico.

En general, las definiciones que provienen de sistemas menos transformados como las praderas de Norteamérica, no siempre hacen demasiado énfasis en factores edáficos o geomorfológicos, en tanto los que provienen de ambientes más modificados hacen más énfasis en la uniformidad del medio físico, fundamentalmente el suelo. De acuerdo con Heerwagen y Aandahl (1963) la mayor correlación entre suelos y vegetación se da a nivel de series y fases.

Para Zonneveld (1972) la relativa dominancia del factor edáfico que presentan a este nivel las diferentes clasificaciones, se debe al carácter relativamente permanente de este atributo, pero no tan permanente como para no admitir algunas modificaciones para su utilización. El mismo autor reconoce el papel fundamental del hábitat para la correcta definición del Sitio.

Otras clasificaciones de carácter utilitario, que emplean la serie o fase del suelo tal como la clasificación de la capacidad de uso del *United States Department of Agriculture* (Klingebiel y Montgomery, 1961), que es de amplia difusión, han mostrado su corta vigencia en razón de su

dependencia de un carácter muy poco permanente, como es la tecnología. En efecto series o fases que han sido clasificadas como no aptas para cultivos, tal como las clases 6 y 7 (sin uso agrícola), han pasado luego a ser cultivadas con altos rendimientos, en sistemas de riego por goteo, pero la concepción de la conservación de la época atribuía a la clase 7 como destino, -en la medida que no era útil para otro uso- "la conservación".

Anderson y Fly (1955) y Eikleberry (1956) expresaban que las series de suelo y fases no delimitan necesariamente una única comunidad *climax* de plantas, que se suponía en la época era el término a que indefectiblemente se arribaba como resultado de la sucesión ecológica.

Shiflet (1973) índica que pueden darse comunidades distintas de plantas en suelos similares dentro de un área de ambiente uniforme. Aunque raramente podrán encontrarse comunidades distintas en la misma fase de una serie de suelos. Sin embargo, esto sí puede ocurrir en fases distintas de una misma serie. Para este autor, si los suelos y la vegetación están correlacionados dentro de un área, los Sitios pueden tomarse directamente del mapa de suelos.

Francis (1984) indica que el *Soil Conservation Service* de los Estados Unidos de Norte América ha desarrollado un elaborado sistema de clasificación de suelos. Este autor opina que la dificultad de utilizar la serie de suelos proviene, de que ella no está basada necesariamente en rendimientos de cultivos**,** ni siquiera agrícolas, por lo cual, es dable esperar una considerable variación si se utiliza la serie como equivalente a Sitio. A su vez, señala la precaución que es necesaria, si se utilizan mapas de suelos en ambientes forestales, dado que, en general, el relevamiento de estas áreas es muy extensivo y suelos contrastantes pueden ser mezclados y algunos ignorados, lo mismo puede decirse de zonas quebradas, máxime teniendo en cuenta que los relevamientos de suelo fueron hechos fundamentalmente para la agricultura y en menor medida para la ganadería, y no con fines de conservación o maximización de servicios ecosistémicos. Tal observación es especialmente válida en el caso de los Sitios ubicados en zonas donde dominan suelos autígenos.

Por otra parte**,** la umbría o la solana, sotavento o barlovento, o aún variaciones menos drásticas de exposición, suelen producir modificaciones en la comunidad vegetal o en su productividad, suficientes como para clasificarlos en distintos Sitios, sin que la serie o fase cambie en otro factor que no sea la propia exposición.

En el caso del Uruguay, suelos extremadamente superficiales caracterizados como "Litosoles" presentarán comunidades muy diferentes, según los mismos se desarrollen sobre superficies planas o de fuerte pendiente, debido a procesos tales como la abundancia de fisuras en la roca como ocurre en la zona basáltica, donde los planos suelen tener muy pocas fisuras y por tanto ser sumamente xéricos.

Además, para cada comunidad vegetal existen elementos del ambiente que pueden ser neutros dentro de ciertos umbrales y sin embargo, reflejarse en características conspicuas del edafotopo que puedan motivar la clasificación del suelo en una serie o fase distinta, sin que ello se manifieste en la composición botánica. Por otra parte, en ecosistemas de zonas serranas o montañas, existen Sitios sin suelo y con vegetación que crece en los intersticios de las rocas. Siempre se podría, con una definición suficientemente amplia de suelo, identificar

tales intersticios como suelo, pero subsiste la crítica de que la misma comunidad con la misma productividad primaria se extiende sobre distintas fases o series, con lo cual se agrega una heterogeneidad innecesaria que hace inoperante la clasificación.

La Serie de suelos es utilizada como unidad de mapeo en levantamientos a escalas grandes como unidades de manejo en estudios interpretativos. Engloba un grupo de suelos que presentan una determinada secuencia de horizontes y espesores comparables, carecen de diferencias significativas en ciertas características morfológicas, químicas y físicas y son desarrollados sobre un mismo material madre, de manera tal de constituir grupos homogéneos**.** Entre las características diferenciales que se exigen sean similares, están todas aquellas propiedades diagnósticas que definen la categoría superior, correspondiente a la familia.

Para la elección de las características diagnósticas, se utiliza como base las propiedades de los suelos que son resultantes de procesos pedogenéticos, o bien que determinan la dirección o la intensidad del proceso. A nivel de Serie, se estrechan los rangos permitidos de variación de esas características para intentar realizar interpretaciones más útiles en cuanto al uso. En resumen, la taxa Serie es el resultado de la clasificación de los suelos en los distintos niveles jerárquicos, basado en propiedades del suelo que son el reflejo de la acción de los procesos pedogenéticos dominantes a través de su historia evolutiva, sin tomar en consideración necesariamente los factores climáticos actuales ni los requerimientos ecológicos de los vegetales.

Por otro lado, como se mencionara anteriormente, el Sitio es una unidad ecosistémica, un complejo homogéneo del ecosistema. Intenta clasificar tierras combinando los efectos del clima, las características permanentes del suelo y la vegetación; es el producto de la interacción de factores ambientales: edáficos, climáticos, topográficos y bióticos; que resultan (salvo casos excepcionales) en ecosistemas maduros, en una determinada comunidad de plantas con un potencial determinado de productividad primaria. Al caracterizarse el Sitio básicamente por la vegetación y las diferencias en productividad primaria, se considera en forma indirecta los factores climáticos y los requerimientos ecológicos de los vegetales, y con ello generalmente a una escala menor (arreglos de sitios o de distritos) a la fauna asociada.

En conclusión, se puede afirmar que el Sitio, como producto de la interacción de los factores ambientales, engloba un grupo de suelos que pueden definir su uso, requieren un determinado manejo, presentan una productividad primaria similar y en condiciones poco alteradas presentan al menos similares grupos funcionales. Exhiben además, limitaciones y respuestas comparables para diversas alternativas de uso. Este grupo de suelos puede o no corresponder con una Serie.

3.1.4. Bases conceptuales para Caracterización de Sitios

La caracterización de sitios en ambientes poco perturbados como los disponibles en sistemas de pastizales del oeste de Norte América, se realizó identificando, evaluando y describiendo las comunidades de plantas que existían. Las diferencias entre Sitios se debían en general a

diferencias en la composición de especies productividad o ambas. La información para estos efectos se obtenía de diferentes fuentes:

1. Evaluación de relictos de vegetación prístina y otros sectores similares en áreas sujetas a disturbios mínimos.
2. Comparación de áreas similares, unas con diversos grados de utilización y otras sin alterar.
3. Evaluación e interpretación de investigaciones hechas en comunidades de plantas naturales y sus respectivos sustratos.
4. Revisión de literatura histórica y botánica.
5. Interpolación y extrapolación de información de la vegetación existente en áreas de suelo, clima y micro ambientes similares.

Para la caracterización de Sitios comúnmente se determinaba y evaluaba la información de comunidades de plantas de un suelo con especies, producción, composición y frecuencia relativa dada, en condiciones para pasturas de exclusión de pastoreo, o lo que Dyksterhuis (1949) define como lugares con condición excelente, es decir, donde el uso no ha modificado de manera sensible la composición botánica previa. Los datos obtenidos eran comparados con datos similares de otros suelos. Aquellos suelos cuyos datos relacionados con la comunidad de plantas sean similares en productividad y composición son agrupados en un mismo Sitio. Esta metodología muestra una técnica para identificar Sitios dentro de un área geográfica o climática con una definición más pensada en su utilización para manejo de recursos que con fines ecológicos, como se desprende de la consideración subjetiva de atender o no a diferencias estadísticamente significativas en productividad.

Como suele ser difícil actualmente encontrar vegetación en condiciones prístinas o similares en una región dada, la información de suelos juega un papel importante en extender los datos existentes a situaciones ambientales similares. Francis (1984) afirma que el sitio puede ser caracterizado por la presencia y el tamaño de especies indicadoras. Propone utilizar además entre otros elementos indicadores, el color, la textura del suelo y la posición topográfica. Finalmente, propone un sistema basado en cuatro factores edáficos; condiciones físicas, humedad disponible, disponibilidad de nutrientes y aireación (Figura 2). Para este autor, en el caso de los bosques, las condiciones físicas del suelo influyen en el crecimiento en altura de los árboles en un 35%, la humedad disponible en un 35%, la disponibilidad de nutrientes en un 20% y la aireación en un 10%.

Es factible por otra parte, que estos factores puedan ser ordenados como un gradiente, lo que facilitaría la caracterización de los Sitios. Así, por ejemplo, la presencia de inundaciones, napa freática o colgada, moteados y color del suelo, implican un gradiente de humedad que puede ser combinado con la pendiente del relieve, para incluir drenaje externo e interno; pero en cualquier caso, la permanencia del agua por encima de la denominada capacidad de campo, es decir la presencia de agua gravitacional ocupando los macroporos del suelo por períodos prolongados, influye en el nivel de hidratación de los óxidos de hierro y con ello en el color del mismo, desde colores neutros (grises o negros), pasando por pardos, y finalmente rojos cuando el drenaje es muy rápido.

El U.S. Department of Agriculture (Soil Conservation Service, 1962) utilizaba para describir y diferenciar Sitios, elementos tales como presencia de napa freática, inundaciones, salinidad, textura combinada con profundidad a nivel de: arenoso, arcilloso o limoso, superficial o profundo, o alguna otra característica conspicua, tal como pendiente, recubrimientos, presencia de pans: hardpan, duripan, claypan, etc.

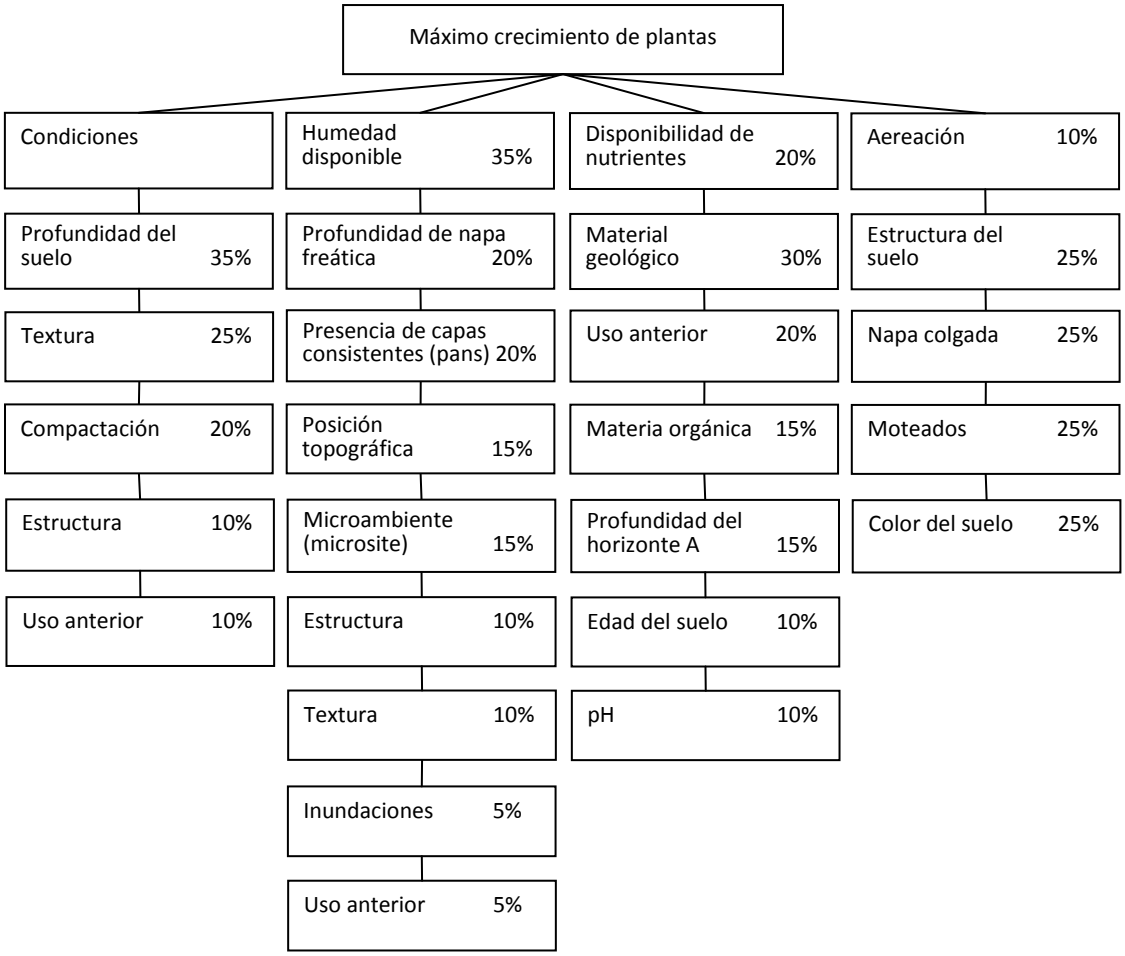


Figura 2. Elementos para la caracterización del sitio (Francis, 1984).

La vegetación es uno de los mejores indicadores de la condición del criptosistema a partir del fenosistema, pero ésta, a la par que contiene mucha información, suele ser a menudo difícil de tratar y describir científicamente (González Bernáldez, 1981). Entre los indicadores del medio que determinan una comunidad vegetal por el procedimiento de búsqueda de estructura de datos en pastizales y matorrales, destaca: profundidad de la napa freática, salinidad, movilidad del sustrato, relación carbono-nitrógeno, radiación, dinámica geomorfológica de laderas, tipo de roca y su profundidad de alteración, acidez, humedad del suelo, materia orgánica, compactación del suelo, contenido de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, textura del suelo, exposición y altitud, además de otros debidos al uso antrópico.

De lo expuesto anteriormente surge claramente que la vegetación se adapta a una cierta combinación de factores, tales como insolación, potencial hídrico o Eh, concentración y/o

disponibilidad de nutrientes, pH, presión osmótica, intensidad del viento y temperatura. Este conjunto de factores pueden ser definidos en ecología bajo los conceptos de hábitat y recursos (Gastó, 1979).

En general, es muy difícil obtener medidas precisas de aspectos tales como el mencionado potencial hídrico o insolación, o sea los componentes del hábitat, por lo que se priorizan indicadores del fenosistema, sin perjuicio de que algunas variables se estimen directamente, como puede ser la concentración de algunos iones, en particular el hidrógeno (pH). Es por esta razón que es preferible utilizar estimadores probados y fácilmente observables, incluso por quien no necesariamente sea un especialista.

Para cualquier parámetro edáfico que se utilice en una clasificación, cuanto menor sea el rango de amplitud de las clases elegidas, la precisión de los resultados obtenidos será mayor. Sin embargo, como en la presente propuesta lo que se pretende es utilizar el mínimo de clases, ello implica necesariamente rangos más amplios para cada una, permitiendo diferenciar todos los sitios que sean realmente diferentes, sin pretender que aquellos elementos que los caracterizan, expliquen su comportamiento o la presencia de la comunidad de seres vivos que en él se desenvuelven, la cual por otra parte, es resultado de una coevolución y de inercias del pasado de difícil interpretación a partir de observaciones del fenosistema o el criptosistema.

De la misma forma que una clave botánica se sirve solamente del mínimo de características morfológicas para alcanzar su objetivo; aunque priorice por lo común aquellas partes de la anatomía vegetal más vinculadas a su genética como lo son los órganos reproductivos, el presente sistema de clasificación utiliza los rasgos indispensables que caractericen y diferencien un ambiente, pero priorizando aquellos más relacionados a la génesis del sustrato. No obstante, con el actual estado del arte, se está muy lejos en edafología de poder determinar cuáles características fenológicas están directamente relacionadas a la génesis de un pedón, máxime cuando la respuesta a cambios en el sistema pueden reflejarse un tiempo después, cuya magnitud es difícil de precisar.

La interpretación de los tiempos varía sustancialmente con la evolución de la Ciencia del Suelo. En efecto el factor tiempo en el desarrollo de un suelo, fue estimado por la edafización de la parte superior de una muralla, cuya fecha de construcción era conocida, hasta que se comprobó que ese efecto era producido por la disminución de la fricción del viento que al sobrepasar el muro depositaba sobre él los sedimentos. Por otra parte, el tiempo de evolución de los minerales arcillosos se pensaba en milenios, hasta que Barré *et al.* (2007) entre otros autores, comenzarán a comprobar que respondía a cambios de la vegetación, al menos bajo ciertas circunstancias, en tiempos más propios de lo biológico que de los minerales. Atento a ello, en la presente propuesta se establecerá sobre la base de límites precisos e información de rutina en relevamientos y análisis de suelos, aquellos indicadores de probada relación con comunidades vegetales, acorde a la experiencia, tanto nacional recabada durante el relevamiento de suelos del Uruguay, como internacional de los parámetros utilizados en los sistemas de clasificación relevados.

3.2. INDICADORES PROPUESTOS PARA LA DEFINICIÓN DE SITIO

Para la presente propuesta se eligieron aquellos indicadores del suelo de carácter más permanente, observables en su mayoría a simple vista o inferibles por otras propiedades del fenosistema, y en la medida de lo posible que resumieran más de una de las propiedades mencionadas por González Bernáldez (1981).

3.2.1. Textura - profundidad

La profundidad del suelo es una medida del volumen activo del sustrato de donde se obtienen los recursos que las plantas necesitan para su crecimiento y desarrollo. El volumen de suelo es además, una medida de su capacidad de almacenar agua para ser utilizada en los procesos vitales de las plantas; por lo que es una de las variables que mejor representa el potencial físico-químico del suelo.

Las actividades de retención e intercambio de nutrientes ocurren fundamentalmente en la superficie de las partículas del suelo. Las partículas de las texturas más finas presentan una mayor superficie por volumen de suelo, que las de las texturas más gruesas, en la medida que la misma se incrementa a la tercera potencia con la subdivisión de un volumen dado. Es por ello que permaneciendo constante otras características, en particular la mineralogía de las arcillas, la capacidad de intercambio catiónico es mayor en las texturas más finas. La porosidad también está relacionada con la textura, y con ello la economía del agua y la relación agua-aire en el suelo.

Es posible combinar en forma natural estas dos variables; textura y profundidad, lo cual permite representar en una sola clase estas propiedades. Posiblemente, esta combinación representa el indicador más relevante del potencial del Sitio en términos de productividad primaria al incluir disponibilidad de nutrientes y de agua.

3.2.2. Hidromorfismo

Como surge claramente de la revisión bibliográfica, todos los autores priorizan estimadores del hidromorfismo edáfico, dado que su presencia observable por cambios de coloración hacia colores neutros o moteados, indican condiciones de reducción permanentes o temporarias.

El hidromorfismo si bien idealmente puede ser cuantificado por el potencial redox, dado que este valor se modifica rápidamente en el tiempo, es más práctico estimarlo a través de parámetros medibles cuantitativamente o inferibles a través de otras propiedades también ponderables como el color, que da cuenta del drenaje interno y externo, así como por otras propiedades como la capacidad de aceptación de agua por el suelo, la humedad disponible a diferentes presiones, y la aireación; más otras características inherentes al clima, relacionadas con el balance hídrico, tales como frecuencia e intensidad de precipitaciones, evapotranspiración; o vinculadas a la posición en el relieve como la existencia y duración de inundaciones, etc.

Otro estimador del drenaje externo es la pendiente y forma del relieve**.** Las pendientes más fuertes y de sección transversal convexa, dispersadoras de agua *sensu* Troeh (1965), son las que eliminan más rápidamente el agua por escurrimiento, en tanto las concentradoras acumulan agua y aunque por escala no puedan ser separadas en cartografía, suelen sostener comunidades vegetales con mayor exigencia de humedad, en general en estos lugares el suelo cambia lo suficiente como para ser otro sitio, pero su fragilidad hace que a su interior se generen incisiones (cárcavas) que producen la rápida eliminación del agua del perfil transformando de forma irreversible el sitio.

El drenaje interno es más difícil de inferir en rangos discretos y frecuentemente los intervalos elegidos en pedología, lo son sobre la base de los procesos que hacen a la génesis del suelo y no al hábitat edáfico. Así, es frecuente encontrar subdivisiones tales como drenaje rápido, moderado, imperfecto y pobre. La categoría de imperfecto se reserva para aquellos suelos que presentan napa de agua colgada independientemente de la profundidad a que aparezca; en tanto que para la vegetación, la profundidad en que aparece es más importante, dentro de ciertos rangos, que la intensidad de la eventual condicionante.

Existen sin embargo, situaciones cualitativamente muy distintas que pueden ser observadas a campo o tomadas de descripciones rigurosas del perfil edáfico como lo son: presencia de napa freática, de napa colgada, de moteados u otros signos de hidromorfismo como colores neutros y finalmente, colores pardos y rojos lo cual estima un gradiente de potencial *redox* (oxidación-reducción) que está en directa relación con el potencial hídrico para las condiciones normales del suelo, o dicho de otra forma con el balance disponibilidad de agua y de oxígeno. A su vez**,** dentro de las primeras de estas categorías, cabe hacer subdivisiones en relación a la profundidad a que aparecen las limitaciones por drenaje, dado que es diferente un sitio con napa permanente a nivel de la superficie del suelo, que a 60cm, o a más de 120cm, aunque taxonómicamente todos sean “Gleysoles”.

La capacidad de aceptación de agua de los suelos y su humedad disponible puede ser parcialmente estimada por su textura y profundidad. En suelos muy diferenciados con un horizonte B textural muy pesado (*clay pan*) el mejor estimador es la textura y profundidad del horizonte A u horizonte superficial. La permeabilidad no parece ser un estimador fundamental para caracterizar Sitios, dado es una medida de conductividad hidráulica que desde el punto de vista de la biota se manifiesta a través del drenaje interno.

Los parámetros inherentes al clima son propios de las unidades de orden jerárquico superior, por lo cual no se consideran en la caracterización Sitio**.**

3.2.3. Concentración iónica

La concentración iónica puede ser estimada de diferente forma, según sean las características de los iones y su acción sobre la vegetación. El estimador más obvio es el pH. Otros indicadores de concentración iónica que se utilizarán es la conductividad eléctrica como medida de la salinidad, cuando la misma está presente.

3.2.4. Pedregosidad

Se entiende por pedregosidad la presencia en el suelo de clastos mayores a 1cm y menores de 10cm, la misma puede considerarse diagnóstica a partir de un porcentaje tal que disminuya significativamente el volumen del suelo apto para el desarrollo radicular. Casos especiales pueden considerarse bajo la denominación de líneas de piedras (*stone lines*). Estas líneas de piedras pueden aparecer tanto concentradas entre horizontes del suelo o sobre su superficie. Aparecen entre horizontes, indicando decapitación del horizonte superficial por erosión diferencial y nueva depositación de horizonte A, ó también descenso de la pedregosidad por actividad biológica, hasta el límite de acción de la macrofauna del suelo responsable de estos procesos, como ya fuera observado por Darwin (1901). Cuando aparecen en superficie indican erosión diferencial ó ascenso por arcillas expansivas.

3.2.5. Rocosidad

Se entiende por rocosidad, la presencia de clastos de tamaño mayor a 10cm. Su presencia se asocia en general a formas erosivas de ambientes con fuerte pendientes, tanto de erosión, como de acumulación en el caso de conos de derrubios, o paleopavimentos de retroceso de escarpas (Tricart y Cailleux, 1965).

En general puede asegurarse la existencia de una biota asociada a la presencia de rocosidad, tanto vegetal en la forma de musgos y líquenes u especies umbrófilas, como de animales tales como ciertos arácnidos, insectos o herpetofauna entre otros, por lo que su presencia en general es propia de sitios con pendiente fuerte. Ocasionalmente la rocosidad también está asociada a las zonas de erosión de bajadas o glacis, producidas en condiciones de clima semiárido, pero que cuando aparecen sobre rocas resistentes como son en el Uruguay, los basaltos de la Formación Arapey, pueden presentar afloramientos y rocas sueltas aún en situaciones de muy baja pendiente.

3.2.6. Exposición

En términos generales la intensidad de la radiación solar es una propiedad de la Provincia y en la medida en que no existan otras limitantes es un factor clave en la productividad primaria. La exposición de la pendiente condiciona las horas de sol recibidas y el ángulo conque llega la radiación y por tanto su intensidad por lo que tiene una importancia significativa, que aumenta en relación a la pendiente del terreno y a la latitud.

Es por la razón antedicha que en la presente clasificación se tiene en cuenta la exposición de la pendiente, la cual puede caracterizar al Sitio cuando juega un rol preponderante en la determinación de las comunidades, en particular de la comunidad vegetal, o incluirse como información accesoria cuando el mismo es caracterizable por otras propiedades, pero se presume su incidencia si no en la composición de especies, por lo menos en la productividad primaria del ecosistema.

En general, para latitudes medias, la exposición al sol comienza a tener importancia a partir de pendientes de alrededor de 14% (Braun-Blanquet, 1950).

3.2.7. Viento

Según la topografía y condiciones del clima locales, la exposición al viento puede ser determinante del desarrollo de la vegetación, Braun Blanquet (1950) expresaba que 10 kilómetros por hora de velocidad media del viento, era el umbral que explicaba la presencia o ausencia de bosques en ecosistemas de montaña, y si bien aún no ha sido estudiado, existe la sospecha (Panario, 1994a, 1994b) de que la vegetación arbórea nativa en Uruguay, al menos en la zona costera Sur y Sur-Este del Uruguay, estaría parcialmente condicionada por el reparo de los vientos fuertes y frecuentes del cuadrante Sur-Oeste.

3.2.8. Concentración de nutrientes

Las especies vegetales se adaptan a una cierta concentración de nutrientes, y no a una cantidad de nutrientes. En efecto, puede tener una misma cantidad de nutrientes por unidad de volumen un suelo arenoso que uno pedregoso con matriz arcillosa, pero sin embargo, las especies exigentes en nutrientes, poblarán el segundo y no el primero. En general, el concepto de disponibilidad de nutrientes para las plantas, se encuentra en la literatura de la Ciencia del Suelo bajo el nombre de fertilidad.

Existen variados signos que determinan la fertilidad del suelo, o bien pueden inferirse a partir de otras propiedades del mismo. Así, la fertilidad puede ser expresada como la suma de bases intercambiables o inferidas a partir de la capacidad de intercambio catiónico, medida que expresa la fertilidad potencial. Ello se debe a que un suelo con alta capacidad de intercambio, pero relativamente desaturado, puede entre varias opciones incrementar su fertilidad mediante cambios de manejos del mismo o por adición de nutrientes.

Para cuantificar la fertilidad del suelo desde un punto de vista ecológico, debe tenerse en cuenta además el nivel de fósforo y de nitrógeno disponibles, elementos ambos determinantes de la productividad primaria de un Sitio. El nitrógeno que es muy dinámico en el suelo, tiende a un determinado equilibrio con el carbono que es propio para cada suelo y se estima por la relación C/N (carbono/nitrógeno), la cual da más información que otras variables.

La Dirección de Suelos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay, desarrolló una tabla de uso interno, para estimar la aptitud de los suelos para el crecimiento de las plantas en relación a sus propiedades químicas, que combina elementos de fertilidad con otras limitantes químicas, tal como la salinidad (Tabla 3).

Como se dijo precedentemente, existen estimadores directos de la fertilidad como puede serlo la suma de bases, o indirectos como la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y el porcentaje de saturación, así como otros estimadores con menor correlación igualmente útiles, como la textura y el porcentaje de materia orgánica.

En la presente propuesta se estima como más conveniente utilizar la CIC por el carácter más permanente y menos dependiente del manejo del suelo, aunque en general dada su estrecha relación con la acidez puede resultar innecesaria para caracterizar sitios.

Tabla 3. Aptitud de los suelos para el crecimiento de las plantas, según sus propiedades químicas (Dirección de Suelos, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay). (Tabla de uso interno**)**

Capacidad de Intercambio Catiónico (me/100g)	Porcentaje de saturación en bases (%)	Al	Na	Materia orgánica (%)	Clase
		sin	con		Alcalino-sódico
<20	<60	con	sin	<2	Extremadamente baja
<10	_	sin	sin	_	Muy baja
<10	con	_	_	>2	
10 a 20	_	sin	sin	>1	Baja
10 a 20	>60 (>35*)	sin	sin	>2	Media
20 a 30	>60 (35*)	sin	sin	>3	Alta
30	>60	sin	sin	>4	Muy alta

* pH= 8.2

3.3. PROPUESTA DE UNA CLASIFICACIÓN DE SITIOS

Los **Sitios,** cuando se trata de áreas con **suelo**, se propone denominarlos mediante la utilización de una nomenclatura que contiene la **pendiente dominante**, junto a **seis variables físicas** (siempre presentes), que permiten definirlos, a saber por:

1. Pendiente
2. Profundidad
3. Textura
4. Drenaje
5. Hidromorfismo
6. pH/salinidad
7. Rocosidad/pedregosidad

Es factible agregar información adicional por fuera del sistema, mediante la **octava variable opcional**, que aparecerá cuando se lo requiera, y eventualmente permitirá agregar algún parámetro no considerado, pero que pueda resultar significativo para determinar la presencia de alguna especie o sus hábitos, u otra información que pueda ser valiosa para medidas de manejo o mitigación, como por ejemplo la presencia de *stone line,* la exposición al sol, a los vientos, etc., cuando alguno de estos factores sea relevante. En esta propuesta, las variables opcionales incorporadas son:

8. Variable opcional:
    - Exposición al viento (barlovento, sotavento)
    - Limitante de fertilidad
    - Presencia de calcio libre (suelos calcimórficos)
    - Pedregosidad

Por fuera de este sistema se incorpora una **resultante de la definición de sitio: la forma de vida potencial característica** (cobertura vegetal):

Formas de vida (cobertura vegetal) + SITIO

3.3.1. Primera variable- Pendiente

Se refiere a la pendiente, los rangos de esta variable quedan definidos en la unidad de la Clasificación de Paisajes, a la que se denomina Distrito, y que corresponde al segundo orden jerárquico comenzando a contar desde la unidad elemental (Sitio).

La pendiente que se corresponde con el distrito en el presente sistema de clasificación, se la agrega a nivel del sitio por pertenecer como se mencionó a otra escala, es decir en un paisaje cuya pendiente modal sea ondulado suave suelen existir hacia el valle, zonas escarpadas, o en

el otro extremo en paisajes escarpados suelen existir mesetas o escalonamientos de relieve plano.

Por tanto, la pendiente a la escala del sitio requiere su caracterización por separado, como se explicará más adelante (ver Capítulo 4).

La pendiente es la tangente del ángulo de inclinación del terreno con respecto a una superficie horizontal. Se expresa en porcentaje (Tabla 4). Las clases principales de pendientes coinciden con los límites de los Distritos agrupados, en cinco categorías básicas. Dentro de cada Distrito, existen divisiones de pendientes que en determinadas condiciones pueden ser útiles para subdividir Sitios.

Tabla 4. Rango de pendiente utilizado para caracterizar la primera variable del Sitio.

Distrito agrupado	Rango de pendiente medida en %, que determina la pertenencia a un distrito	Clave	Distancia en planta entre isocurvas de altura (trazadas cada 10m de altitud)
Serrano	< 66 ≥ 34	**S**	> 15,0 ≤ 29,4
Ondulado	< 34 ≥ 10	**O**	> 29,4 ≤ 100
Plano	< 10 ≥ 0,01	**P**	> 100 ≤ 100.000
Depresión	< 0,01	**D**	> 100.000

3.3.2. Segunda variable- Profundidad

Se refiere a la profundidad útil del suelo. Los límites de los rangos de Profundidad se establecen en: **Superficial** igual o menor de 25cm; **Media** menor a 25cm a igual a 80cm; **Profunda** menor a 80cm (Tabla 5, Figura 3).

Tabla 5. Rangos de Profundidad del suelo.

Términos de profundidad	Rangos	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
Superficial	<= 25 cm	**S**	8.577	3.331.829	19,1
Media	>25 a <= 80cm	**M**	7.016	5.296.874	30,4
Profundo	>80cm	**P**	18.015	8.815.897	50,5

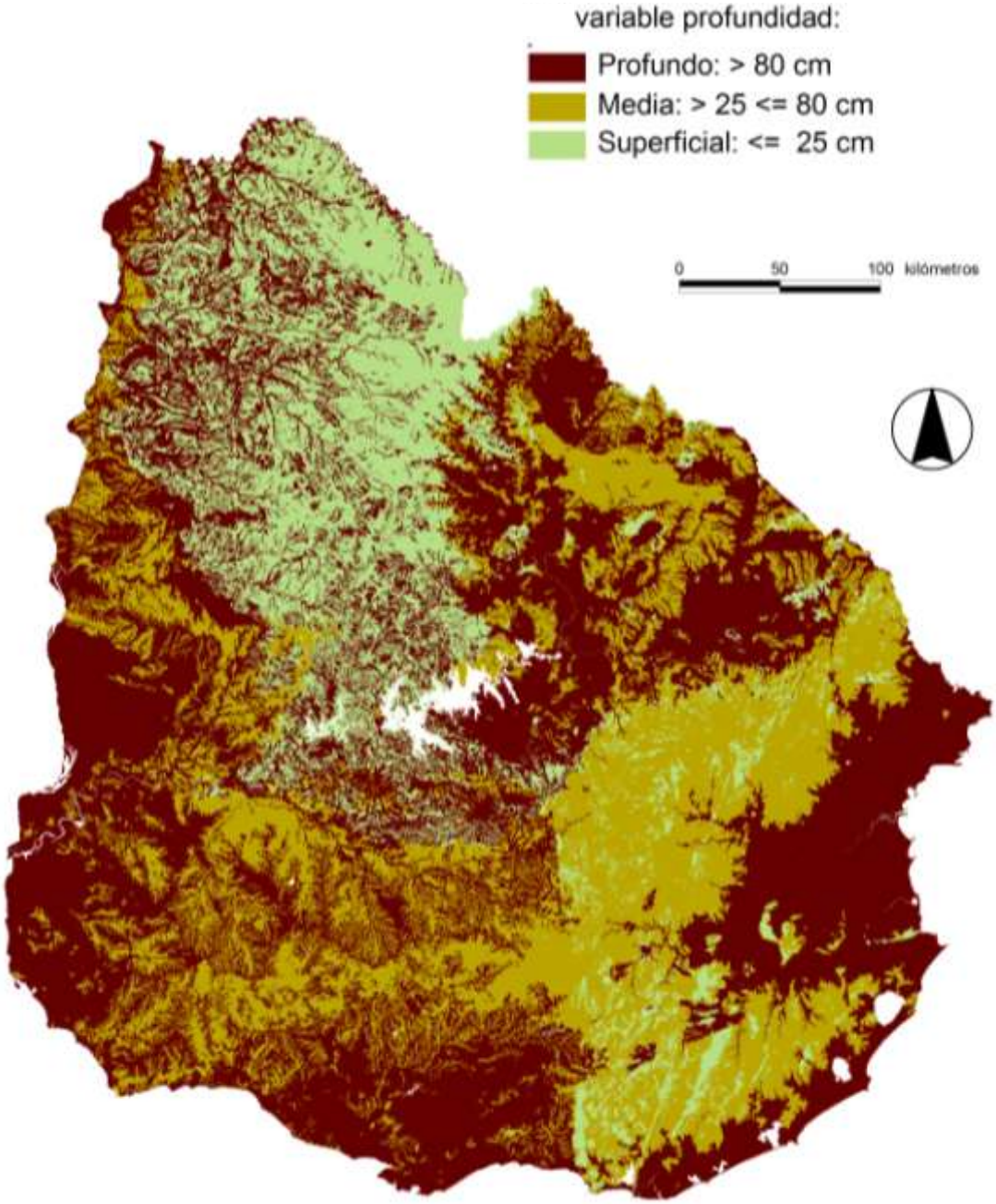


Figura 3. Clasificación de unidades de suelo por rangos de profundidades.

3.3.3. Tercera variable - Textura

La textura indica la proporción en el horizonte superficial (denominado A) de partículas de arcilla, limo y arena (Tabla 6, Figura 4).

Tabla 6. Rangos de textura.

Términos de textura	Agrupamiento de las clases texturales	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
Liviana	Ar (arenoso), ArF (arenoso franco), FAr (franco arenoso)	**S**	7.483	5.177.340	29,7
Media	FAcAr (franco arcillo arenoso), Fr (franco), FL (franco limoso), FAc (franco arcilloso), FAcL (franco arcillo limoso),	**M**	15.973	8.171.985	46,8
Pesada	AcAr (arcillo arenoso), AcL (arcillo limoso), Ac (arcilloso)	**P**	10.152	4.095.275	23,5

La Tabla 7, muestra la agrupación combinada en categorías de profundidad y textura, que en algunos casos basta para determinar las propiedades necesarias para algunas distribuciones de especies, principalmente vegetales. La denominación de la clase mixta representa a las primeras variables propias que caracterizan al Sitio (Figura 5). Se propone clasificarlo en nueve clases.

Tabla 7. Composición de la variable compuesta a partir de profundidad útil del suelo y textura del horizonte superficial.

Profundidad y textura	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
Superficial - Liviano	**SL**	2.099	611.584	3,5
Superficial - Medio	**SM**	4.033	2.087.606	12,0
Superficial - Pesado	**SP**	2.445	632.639	3,6
Media - Liviano	**ML**	3.378	3.249.617	18,6
Media - Medio	**MM**	3.363	1.894.053	10,9
Media - Pesado	**MP**	275	153.204	0,9
Profunda - Liviano	**PL**	2.006	1.316.139	7,5
Profunda - Medio	**PM**	8.577	4.190.326	24,0
Profunda - Pesado	**PP**	7.432	3.309.432	19,0

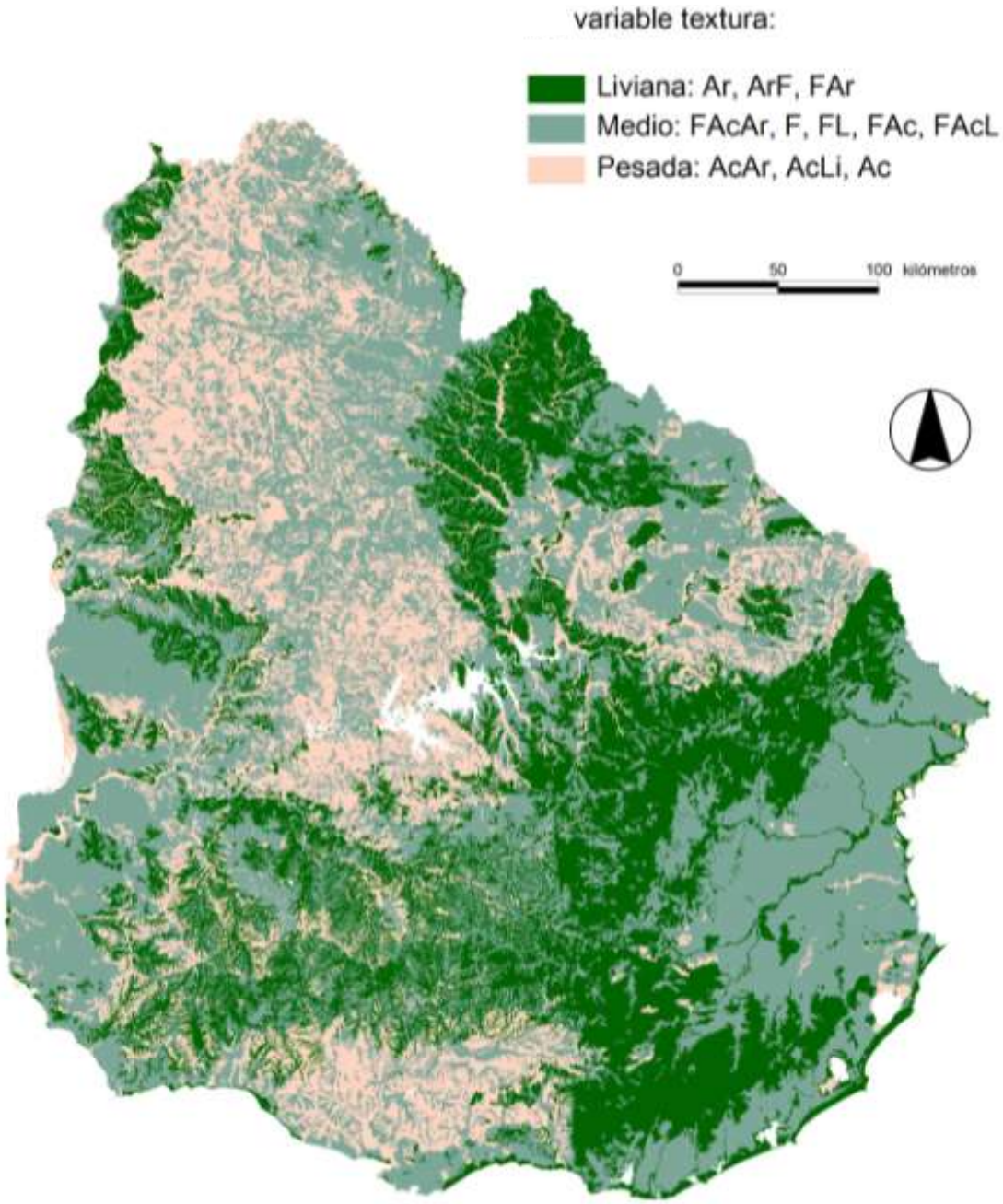


Figura 4. Clasificación de unidades de suelo por rangos de textura.

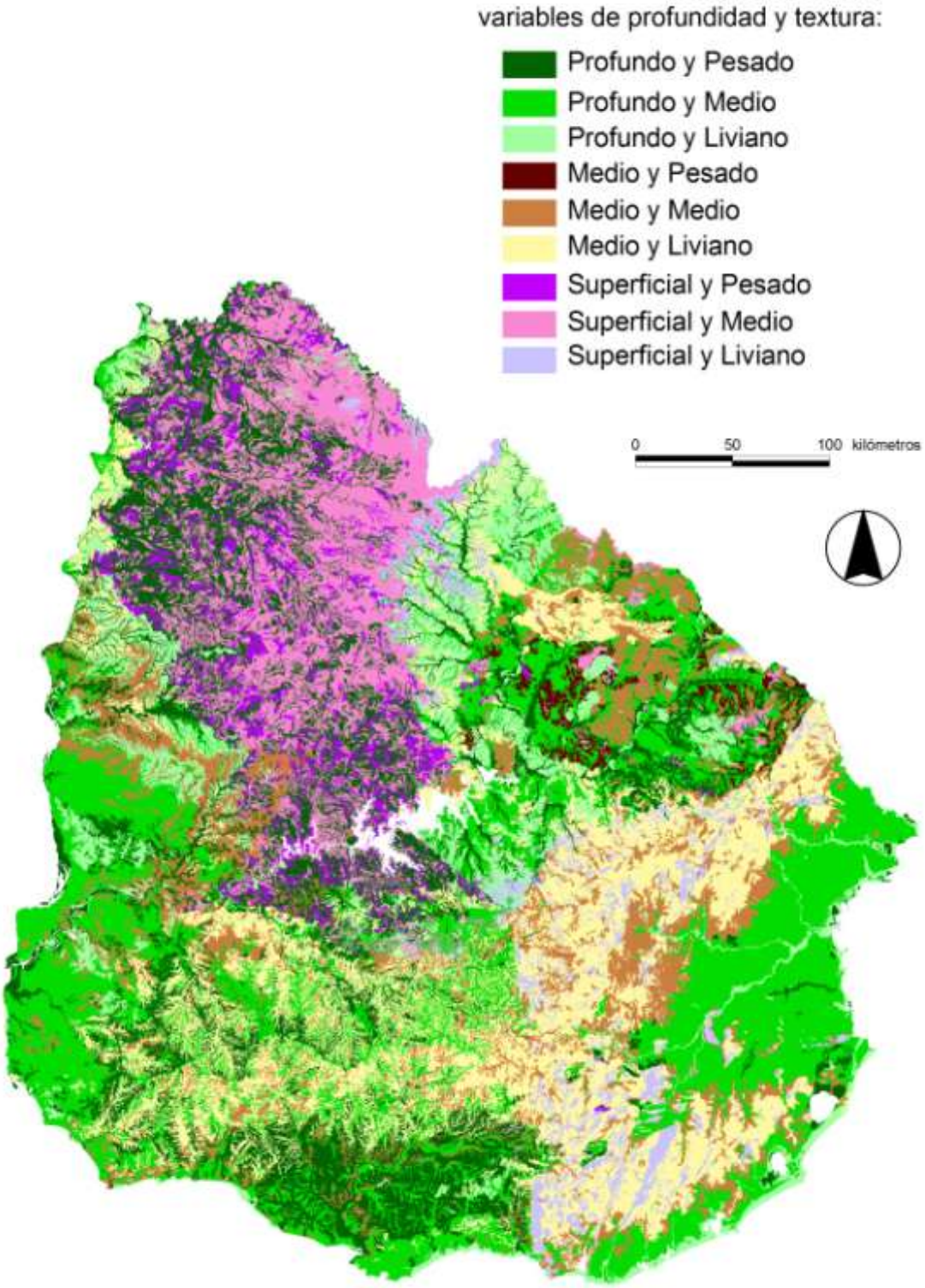


Figura 5. Clasificación de unidades de suelo por rangos de profundidad y textura.

3.3.4. Cuarta variable – Drenaje

Se refiere a las distintas características que tiene un suelo respecto al tiempo de residencia del agua de lluvia en su perfil luego de una precipitación, se divide en 5 rangos (Tabla 8, Figura 6).

Tabla 8. Tipos de drenaje y su nomenclatura.

Términos de drenaje	Descripción	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
Excesivo	Drenaje interno muy rápido	**E**	1.138	503.814	2,9
Rápido	Bueno, bueno-moderado	**R**	10.305	6.418.421	36,8
Moderado	Moderado	**M**	10.572	5.134.904	29,4
Lento	Muy pobre, pobre, pobre-moderado	**L**	11.445	5.286.517	30,3
Nulo	Presencia de agua en forma permanente hasta la superficie o proximidades todo el año	**N**	148	100.947	0,6

Para la determinación de las clases de drenaje: nulo, lento, moderado, rápido y excesivo, se establece una pauta que combina el color del perfil del suelo y el grado de la pendiente del terreno.

Se establece que para pendientes superiores a 10% el drenaje es rápido, independientemente del color del perfil. Para pendientes iguales o inferiores a 10%, el color define la clase de drenaje de acuerdo a las siguientes pautas:

Drenaje excesivo: Son suelos arenosos, con colores rojos intensos, muy porosos y de permeabilidad muy rápida, con poca diferenciación de horizontes o con espesores de horizonte A de un metro o más, o arenas eólicas edafizadas o no.

Drenaje rápido: Son suelos de colores rojizos o amarillentos de drenaje rápido, donde el agua desaparece del suelo rápidamente. También son de drenaje rápido con independencia de su color, aquellos que presentan una pendiente superior a 10%, con excepción de los ubicados en zonas cóncavas del paisaje. Algunos de estos suelos son muy superficiales y de pendientes fuertes.

Drenaje moderado: Colores pardo rojizos, pardo anaranjados, amarillos o pardos, no presentan moteados ni concreciones brillantes de hierro y manganeso. Presentan buena aireación. El agua desaparece del Sitio fácilmente, pero no tan rápido como para afectar su

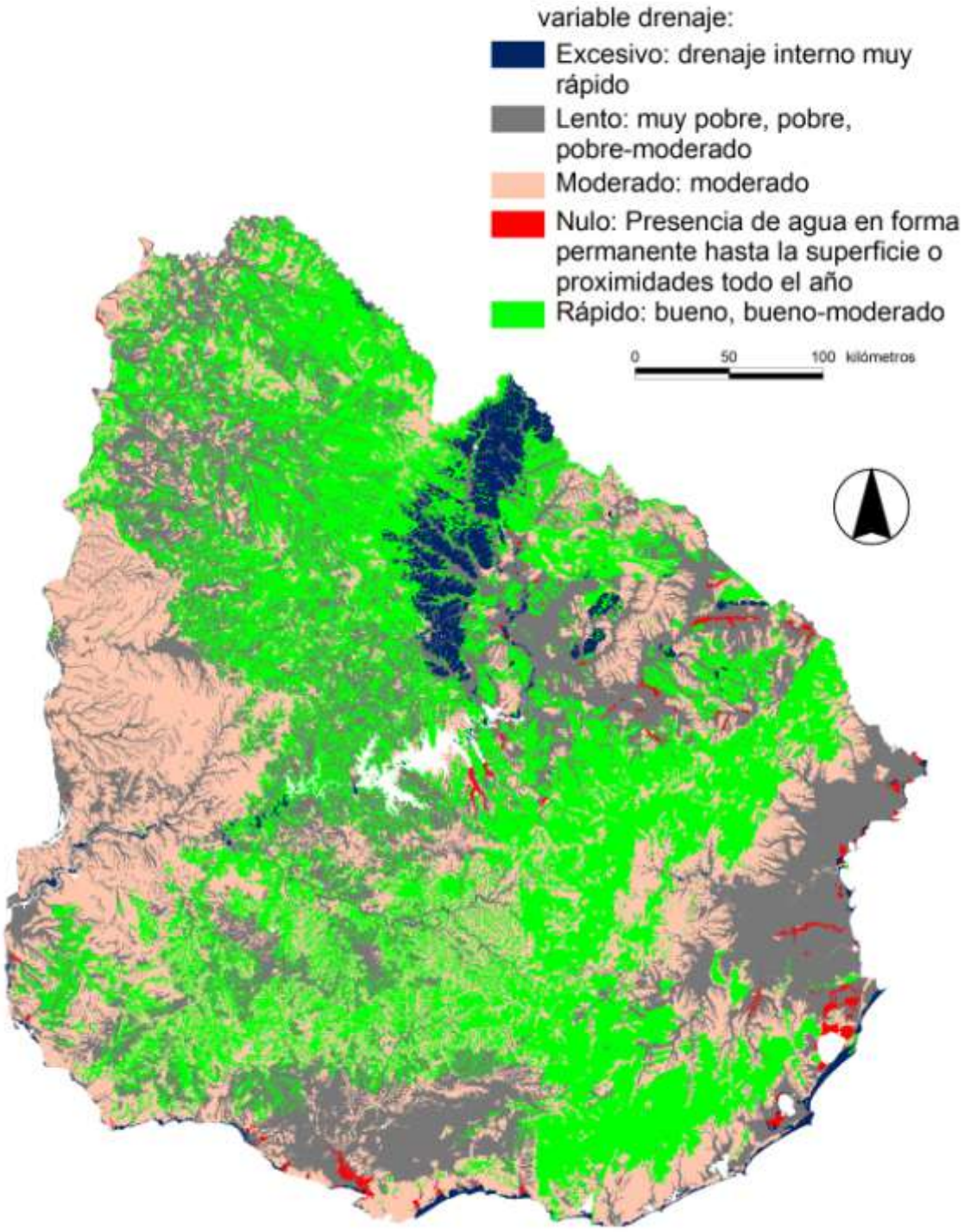


Figura 6. Clasificación de unidades de suelo por rangos de drenaje.

disponibilidad para las plantas. Los suelos de esta clase son por lo general de texturas medias o algo livianas, con un Bt (horizonte B textural) poco desarrollado o ausencia del mismo. Pendientes moderadas a fuertes.

Drenaje lento: Colores oscuros (negro o pardo) con alguna evidencia de hidromorfismo, como moteados y/o presencia de concreciones brillantes de hierro y manganeso. El agua desaparece del Sitio algo lentamente de manera que el perfil está saturado por períodos cortos, pero significativos. Estos suelos tienen una permeabilidad lenta debido a la presencia de un horizonte Bt o la presencia de texturas pesadas en todo el perfil. Los colores son oscuros, negro o pardo, con tonalidades ocasionalmente agrisadas, a veces moteados y/o con concreciones brillantes de Fe y Mn. Las pendientes son suaves o moderadas.

Drenaje nulo: Son suelos permanentemente anegados, eventualmente con acumulación de turba en superficie y colores negro, neutro o gris en su matriz mineral, las pendientes son extremadamente suaves, con excepción hecha de pequeñas superficies inclinadas coincidentes con afloramiento de napas, se caracterizan por presentar horizonte Gleyco y comúnmente horizonte hístico (turba). Se corresponden con Gleysoles e Histosoles.

** Horizonte gleyco:* Indica condiciones de hidromorfismo pronunciado debido a la saturación con agua durante un período prolongado del año. Esto se refleja en colores de matriz próximos al neutro, que pueden estar acompañados por moteados prominentes o tonalidades azuladas o verdosas. Debe cumplir con uno de los siguientes requisitos de color (Munsell Soil Color Chart, 1994):

- Para hue de 10YR debe tener chroma = 1 y value ≥ 5
- Para hue de 2,5Y debe tener chroma ≤ 2 y value ≥ 5
- Para hue de 5Y ó más, azules o verdes debe tener: chroma ≤ 3 y value ≥ 3,5
- Para colores neutros (N/0), value de ≥ 4
- Si existen motas por lo menos comunes (más de 20%) de hue 5, 6Y, 5G, 5BG o 5B, se admiten colores de matriz con hue 10YR, N2,5Y ó 5Y cualquiera sea el value o el chroma.

** Horizonte hístico:* Es un horizonte turboso (muy rico en materia orgánica, parcialmente descompuesta en condiciones de exceso de humedad), saturado al menos en alguna época del año, a no ser que el suelo haya sido artificialmente drenado. Debe cumplir algunas de estas características:

- Sí el horizonte tiene 30% o más de arcilla, el contenido de materia orgánica debe ser > de 30% (17,4% carbono orgánico).
- Si el horizonte no tiene arcillas, el contenido de materia orgánica debe ser > de 20% (11,6 de carbono orgánico).
- Para texturas intermedias el contenido de materia orgánica debe ser proporcional al contenido de arcilla.

***** *Sin horizonte gleico ni hístico*: Carecen de los horizontes definidos previamente, pero muestran evidencias claras de hidromorfismo, tales como:

- Moteados comunes o abundantes, exceptuando los de colores gley o heredados del material madre, o
- Colores de matriz comprendido entre los siguientes límites:
  Hue 10YR 3,5 < value < 5 chroma = 1
  Hue 2.5 Y < 3 value < 4 Y chroma = 2 Hue 5 Y value = 3 Y chroma 3 a 1
  Hue N value 3

3.3.5. Quinta variable – Hidromorfismo

Se refiere al grado de hidromorfismo existente. La Tabla 9 muestra la agrupación general en categorías de hidromorfismo de acuerdo a este factor. Describe la acumulación de agua gravitacional en el medio edáfico, ocupando los poros entre las partículas texturales y las agrupaciones estructurales. El hidromorfismo se categoriza en cinco grupos principales (Figura 7) que van desde el permanentemente inundado que implica que está sumergido y con agua por encima de la superficie todo o casi todo el año al no hidromórfico.

Tabla 9. Grado de hidromorfismo y su nomenclatura.

Términos de hidromorfismo	Descripción	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
No hidromórfico	Sin napa, comprende los suelos de drenaje lento, moderado y rápido	**N**	25.571	12.749.861	73,1
Hidromórfico	Comprende suelos con hidromorfismo intermitente ubicado a <50cm, tienen napa colgada	**H**	4.258	2.547.795	14,6
Intermitentemente inundado	Con inundaciones ocasionales por cortos periodos	**I**	2.887	1.533.855	8,8
Temporalmente inundado	Con inundaciones periódicas de larga duración	**T**	744	512.144	2,9
Permanentemente inundado	Inundaciones permanentes, generalmente con presencia de horizonte hístico	**P**	148	100.947	0,6

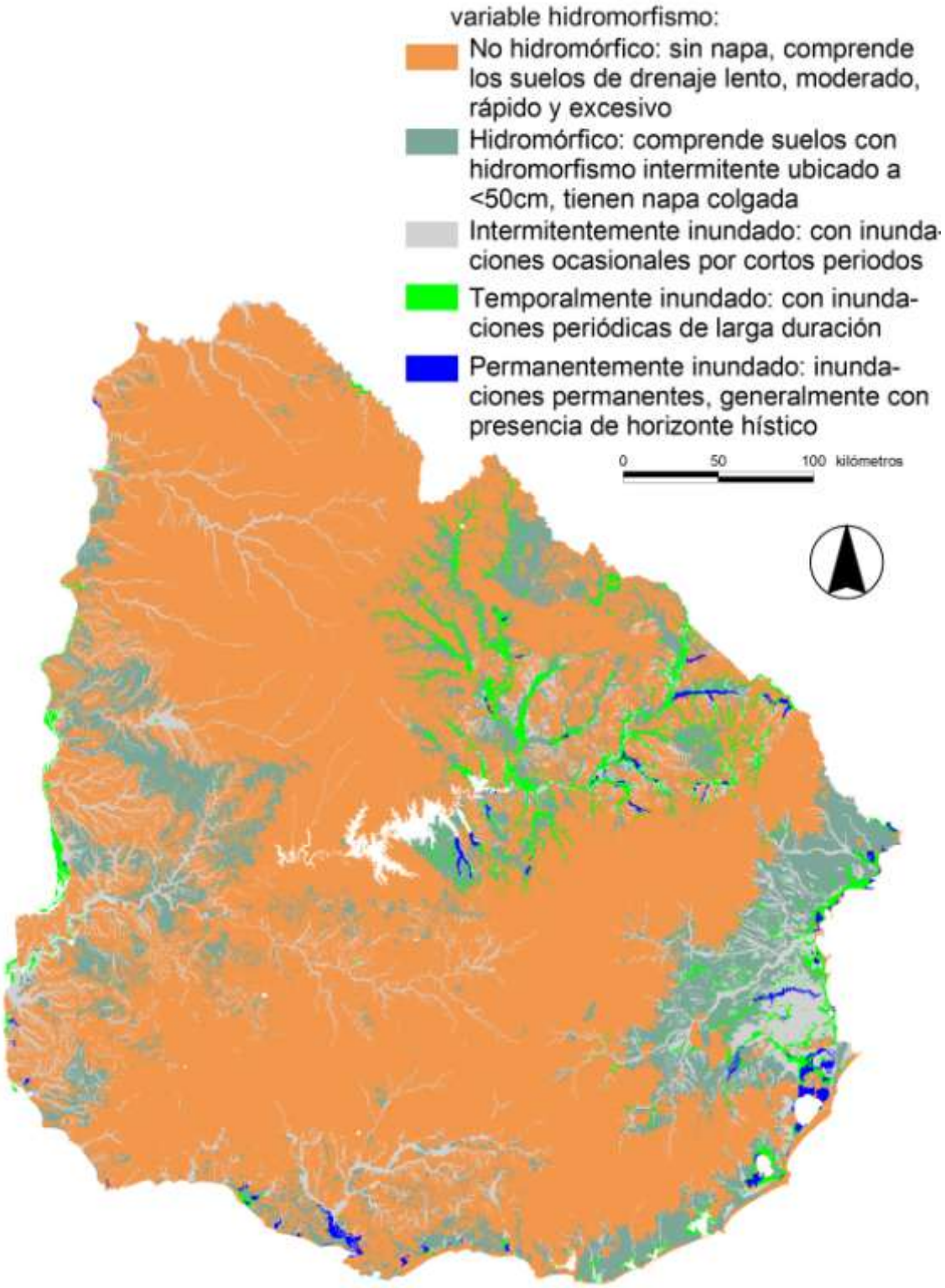


Figura 7. Clasificación de unidades de suelo por rangos de hidromorfismo.

La clave de los grados de hidromorfismo indica la variación del potencial hídrico:

No hidromórfico: No presenta síntomas de hidromorfismo.

Hidromórfico: Sin inundación o con inundación accidental. El hidromorfismo, implica que no posee napa freática permanente, pero que presenta moteados, horizonte álbico (E o A2, napa colgada) u otros signos de hidromorfismo, a profundidades menores a 50 cm:

Intermitentemente inundado: Presenta síntomas de hidromorfismo de cualquier tipo, incluyendo horizonte gleico, pero sólo se inunda ocasionalmente por lluvias intensas.

Temporalmente inundado Presenta napa fluctuante: napa freática generalmente a menos de 80cm de profundidad y horizonte gley. Puede indicarse por fuera del sistema la profundidad máxima y mínima que alcanza la napa y las estaciones correspondientes.

Permanentemente inundado: Presenta napa de agua hasta la superficie. Puede presentar fluctuaciones estacionales, pero siempre se encuentra húmedo hasta la superficie.

3.3.6. Sexta variable – pH o salinidad

Se refiere a la alcalinidad o a la acidez medida en pH del suelo y se establecen tres rangos. En general aquellos suelos con pH iguales o menores a 5,4 (≤ 5,4) o mayores a 8,4, tienen limitantes severas para el desarrollo de la vegetación (Tabla 10 y Figura 8).

Se considera cuando corresponde el grado de salinidad del suelo de acuerdo al contenido de sales del mismo, medido como la conductividad eléctrica (CE) en el extracto de saturación (CE= mmhos/cm), se denominan salinos aquellos suelos con presencia de cloruro de sodio (CLNa), se presentan en zonas que reciben o han recibido agua salada de mareas o marejadas y por tanto se vinculan a desembocaduras fluviales o a lagunas costeras.

Se consideran suelos con limitaciones por sodio, a aquellos que presentan un porcentaje de saturación en sodio intercambiable en el Complejo de Intercambio Catiónico mayor a 15% en algún horizonte, lo que se asocia a pH mayor o igual a 8,4.

Tabla 10. Clases de reacción del suelo y su nomenclatura**.**

Términos de reacción	Rangos	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
Muy ácido	pH ≤5,4	**H**	3.224	1.398.366	8,0
Neutros	pH >5,4 a ≤8,4	**N**	28.584	15.297.718	87,7
Alcalinos	> 8,4	**A**	815	424.030	2,4
Salinos	Presencia de sales: cloruro de sodio (ClNa)	**S**	985	324.487	1,9

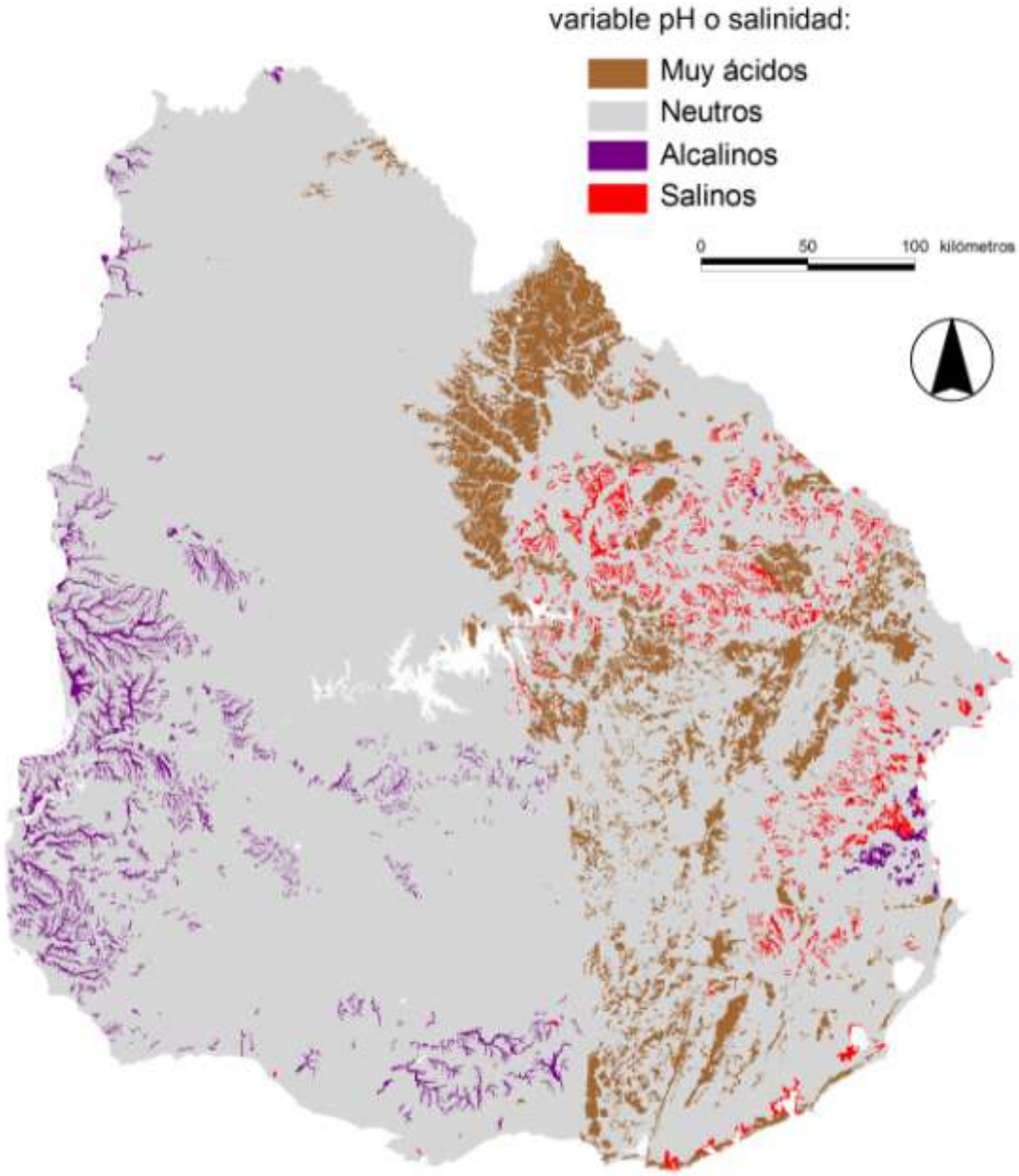


Figura 8. Clasificación de unidades de suelo por rangos de pH o salinidad.

3.3.7. Séptima variable – Pedregosidad y Rocosidad

Se establecen clases de acuerdo al porcentaje de área ocupada por piedras en el suelo. Se consideran tres clases de rocosidad y pedregosidad (Tabla 11 y Figura 9).

Tabla 11. Clases de pedregosidad y rocosidad del suelo y su nomenclatura

Términos de pedregosidad o rocosidad	Rangos	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
Baja - Nula	≤ 2%	**N**	15.000	8.507.202	48,8
Media	> 2% a ≤ 25%	**M**	14.520	6.92$.4371	39,7
Alta	> 25%	**A**	4.088	2013028	11,5

3.3.8. Octava variable - Opcional

Se refiere a otras características del suelo que influyen a la definición de un Sitio. En el sistema entre los múltiples factores posibles, en caso de ser necesario para poder caracterizar adecuadamente un sitio, se puede definir otro factor, que sea o bien limitante, o que puede condicionar presencias. Se agregará por fuera del código de 6 caracteres. En la Tabla 12 y la Figura 10 se muestran los factores considerados y su nomenclatura:

Tabla 12. Otros factores que afectan la aptitud de un Sitio y su nomenclatura

Términos de variable opcional	Descripción	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
Barlovento	Expuesto a vientos fuertes por proximidad del mar	**b**	164	84.174	0,5
Calcimórficos	Suelos calcimórficos limosos (textura media), y de profundidad > 25 cm	**c**	2.344	1.067.569	6,1
Limitante fertilidad	Suelos de pH >5.4, son extremadamente pobres y no se separan por otra variable	**f**	2.344	51.253	0,3
Pedregoso	Suelos con alta proporción de cantos rodados desde el Horizonte A	**p**	110	56.641	0,3
Sotavento	Fuera de alcance de vientos fuertes del mar, sólo usado para sitios arenosos continentales	**s**	206	38.170	0,2

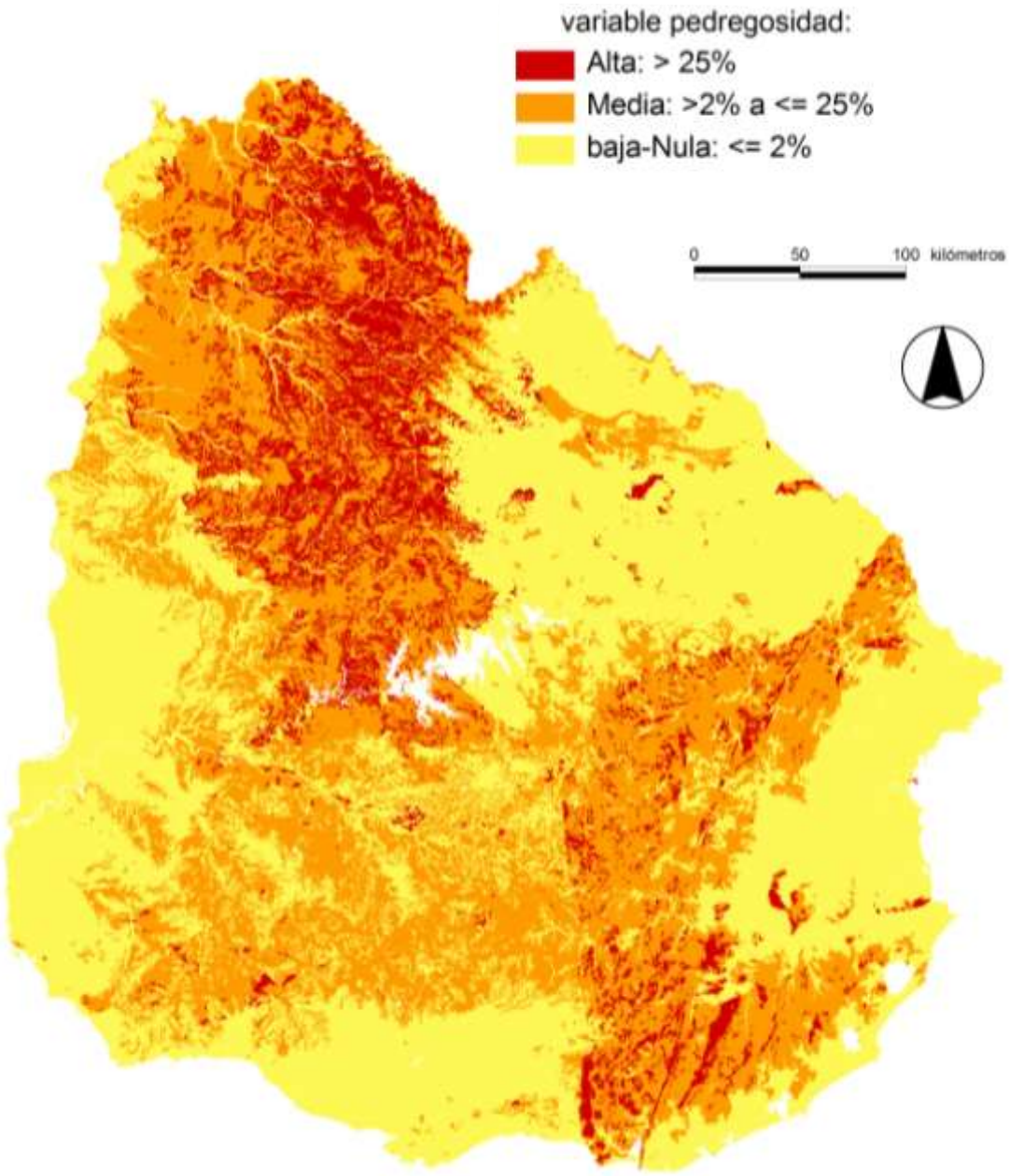


Figura 9. Clasificación de unidades de suelo por rangos de pedregosidad.

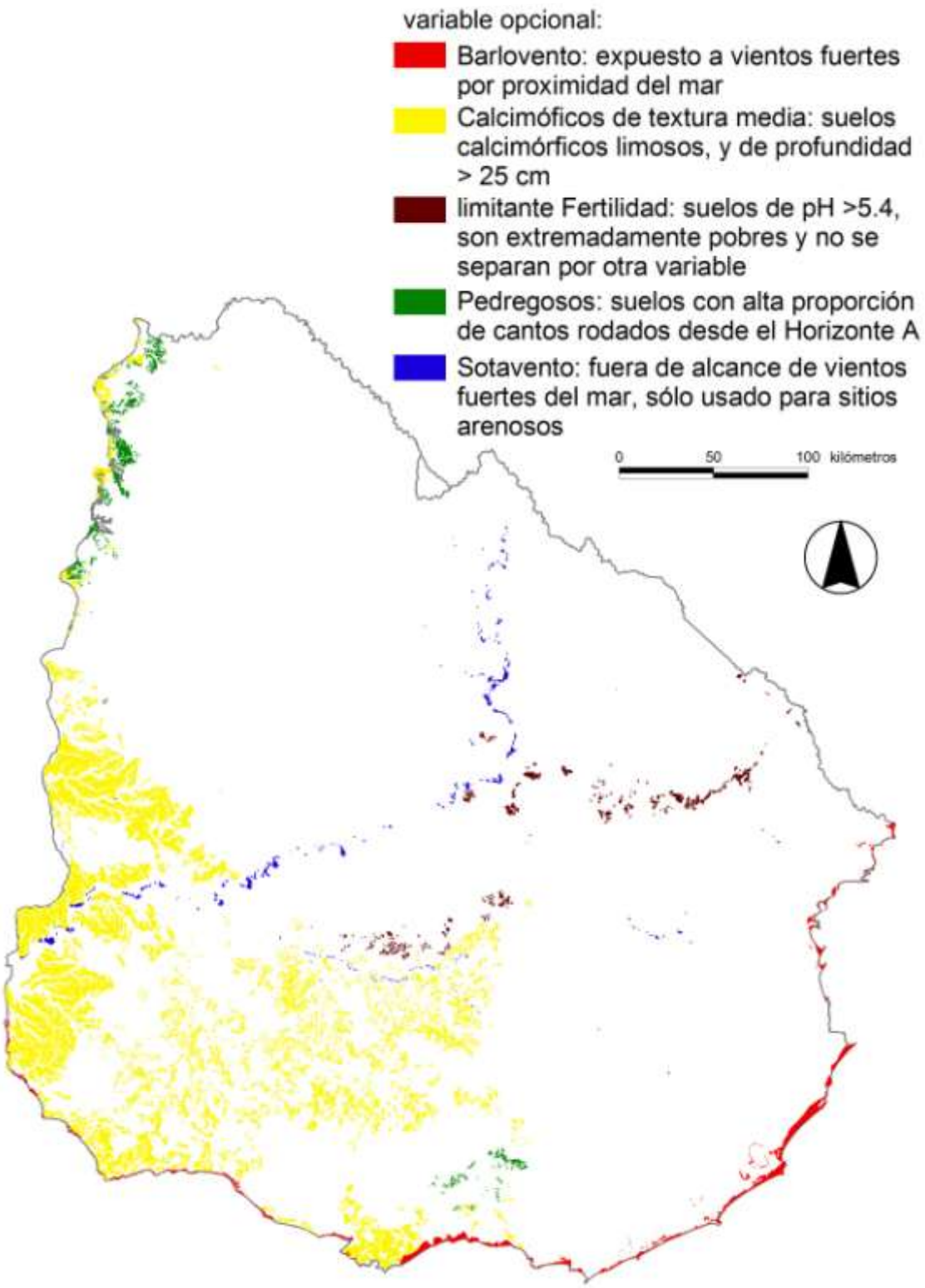


Figura 10. Distribución espacial de la variable opcional.

3.3.8.1. *Suelos calcimórficos (c)*

La presencia de Calcio en el suelo fue utilizada en el pasado para clasificar los suelos a nivel de órden (suelos calcimórficos). Posteriormente esta categoría fue eliminada y sustituida por otra variables que en parte la incluían como saturación en bases del complejo de intercambio, pH, entre otras, no obstante su presencia como Carbonato de Calcio en concreciones friables o pulverulento es determinante de la presencia de especies vegetales (calcófilas) y en el caso del Uruguay separa claramente ambientes con similares características desde un punto de vista edáfico, pero que se diferencian por la presencia y abundancia de este compuesto como lo denota la ocurrencia de vegetación de parque en el litoral del río Uruguay, entre otros ambientes.

3.3.8.2. *Pedregosidad (p)*

Se considera incorporar esta categoría cuando se constate la presencia en el suelo de líneas de cantos o rocas que dificultan severamente el pasaje de las raíces de las plantas en el Sitio. Su incorporación como indicador, se realiza con independencia de su origen

3.3.8.3. *Exposición al viento (b)(s)*

Se considera 2 categorías de exposición del suelo con respecto al viento según la orientación del Sitio, una donde está protegido que se denomina sotavento, y otra cuando está expuesto que se denomina barlovento, ambas son importantes para las asociaciones vegetales en suelos arenosos

3.3.8.4. *Limitante fertilidad (f)*

Se considera que aquellos suelos con menos de 10 meq. de CIC/100gr de suelo presentan limitantes por fertilidad.

3.3.8.5. *Otras categorías (?)*

Se deja una categoría abierta, dado que en su aplicación a futuros estudios de distribución de especies con fines de categorizar la biodiversidad, siempre puede aparecer un nuevo factor limitante o propiciador de la misma.

3.3.9. Formas de vida

Se incorporó información de la vegetación potencial para cada Sitio, a partir de las descripciones del CONEAT (1979), e información de terreno. Los tipos de formaciones vegetales naturales existentes para el país (Tabla 13 y Figura 11) son:

Arbustal: pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte.

Bañado: pradera uliginosa.

Bosque: formaciones boscosas naturales.

Palmar: parque de palmeras.

Parque: pradera arbolada.

Pradera: pastizales naturales.

A su vez, existen varias formaciones mixtas compuestas por:

Bañado-Parque-Bosque ripario: bosque fluvial con parque perimetral y bañado asociado.

Bosque-Arbustal: formaciones boscosas con pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte perimetral

Parque-Bosque ripario: bosque fluvial con parque perimetral.

Parque-Bosque: formaciones de bosque con parque perimetral.

Pradera-Arbustal: pradera y pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte perimetral

Pradera-Bosque: pradera y bosque

Tabla 13. Formas de vida (vegetación potencial) para los Sitios.

Términos de vegetación	Descripción	Clave	Ocurrencia	Área (ha)	%
Arbustal	Pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte	**Ar**	74	29.983	0,2
Bañado	Bañado	**Ba**	504	277.294	1,6
Bañado-Parque-Bosque ripario	Bosque fluvial con parque perimetral y bañado asociado	**Ba-Pa-Ri**	408	340.948	2,0
Bosque-Arbustal	Formaciones boscosas con pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte perimetral	**Bo-Ar**	124	27.835	0,2
Bosque	Formaciones boscosas	**Bo**	78	7.831	0,04
Palmar	Parque de palmeras	**Pl**	491	277.599	1,6
Parque	Pradera arbolada	**Pa**	4.379	3.921.237	22,5
Parque-Bosque	Formaciones de bosque con parque perimetral	**Pa-Bo**	1.685	429.161	2,5
Parque-Bosque ripario	Bosque fluvial con parque perimetral	**Pa-Ri**	462	409.881	2,3
Pradera	Pradera	**Pr**	25.184	11.563.520	66,3
Pradera-Arbustal	Pradera y pradera con abundantes especies leñosas de bajo porte perimetral	**Pr-Ar**	70	75.138	0,4
Pradera-Bosque	Pradera y bosque	**Pr-Bo**	164	84.174	0,5

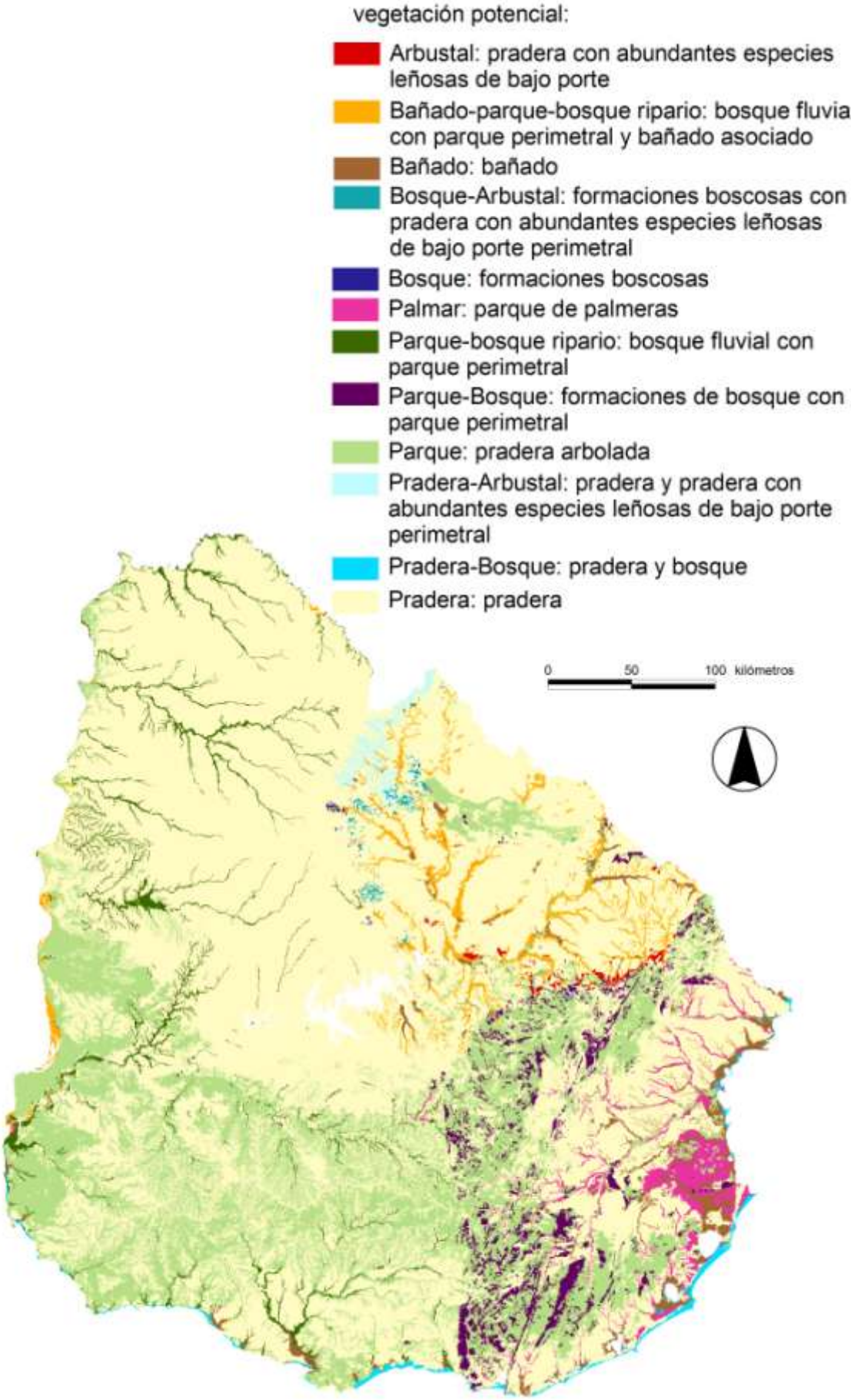


Figura 11. Distribución de la vegetación potencial natural para cada sitio.

3.3.10. Nomenclatura y código

La nomenclatura del Sitio corresponde a un sistema de **ocho** letras.

La **primera** corresponde a la pendiente (geoforma).
La **segunda** de ellas corresponde a la profundidad del suelo,
La **tercera** a la textura del horizonte superficial.
La **cuarta** al drenaje.
La **quinta** al hidromorfismo.
La **sexta** al pH o alcalinidad
La **séptima** al grado de rocosidad/pedregosidad.

Separado por un guión se puede incluir un **octavo** dígito de ser necesario con la variable opcional.

A manera de ejemplo se tiene el siguiente Sitio:

PMMHNN-c

Se corresponde a: Pendiente: Plano; Profundidad: Media; Textura: Media; Drenaje: Medio; Hidromorfismo: Hidromórfico; pH: Neutro; y Grado de Rocosidad: Baja-Nula, y en este caso tiene una categoría opcional: Suelos calcimórficos.

A su vez, se puede incorporar para un abordaje físico-biológico al código de Sitio, la clave que describe la vegetación potencial de cada uno, permitiendo una mejor descripción y aproximación a la caracterización de las unidades elementales del paisaje.

Por ejemplo al anterior:

Vegetación potencial + SITIO

PaPMMHNN-c

Que indica que el sitio se corresponde a: Vegetación: Parque; Pendiente: Plano; Profundidad: Media; Textura: Media; Drenaje: Medio; Hidromorfismo: Hidromórfico; pH: Neutro; y Grado de Rocosidad: Baja-Nula, y en este caso tiene una categoría opcional: Suelos calcimórficos.

3.4. MAPA DE SITIOS

3.4.1. Unidades definidas por las 6 variables físicas

De la combinación de las 6 variables físicas siempre presentes: profundidad, textura, drenaje, hidromorfismo, pH/salinidad y rocosidad/pedregosidad, se crea un código que identifica a cada uno de las unidades básicas:

Unidades básicas preliminares = Cod. 2 + Cod. 3 + Cod. 4 + Cod. 5 + Cod. 6 + Cod. 7

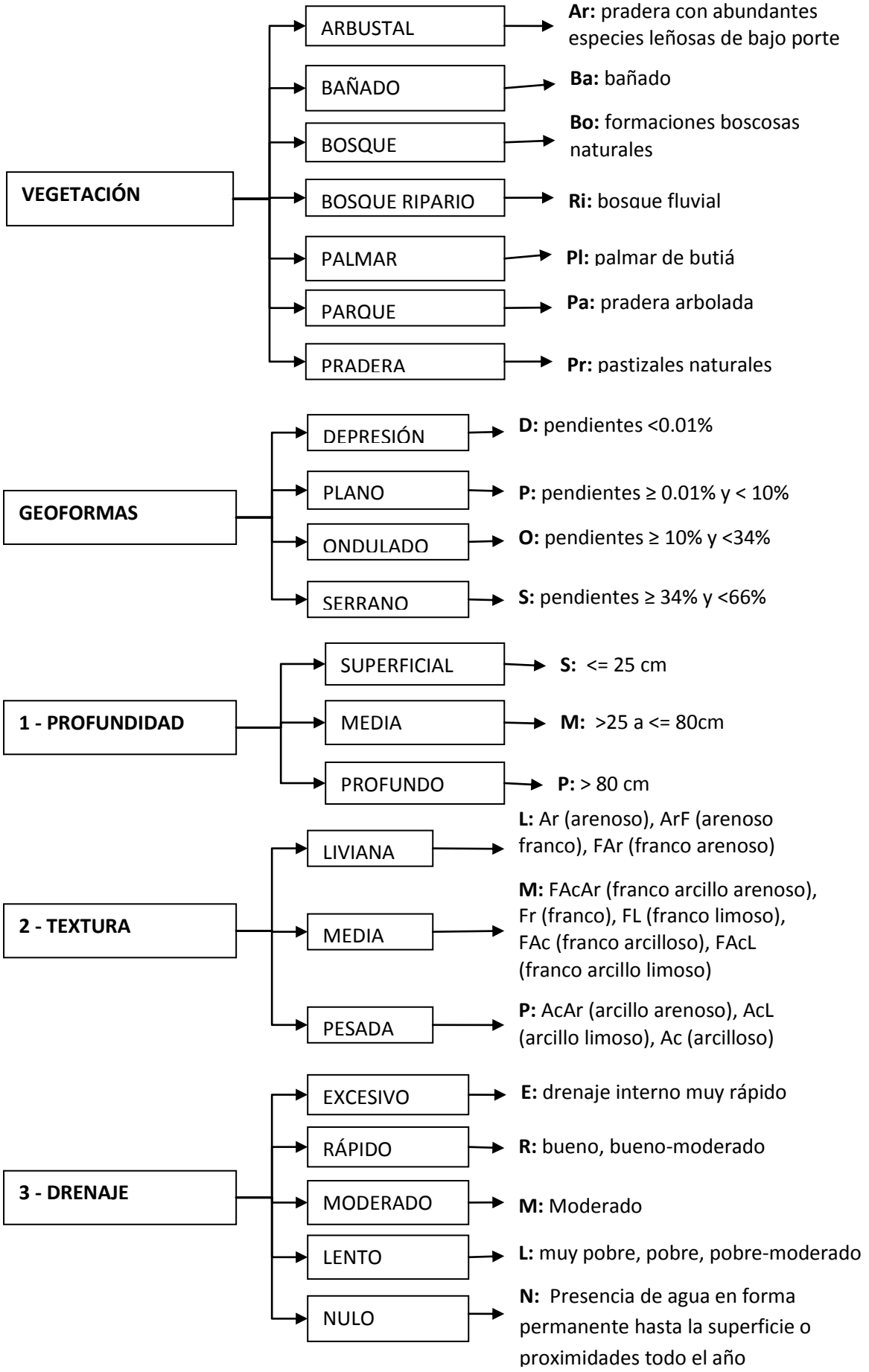
Cod. 2 = Profundidad
Cod. 3 =Textura
Cod. 4 = Drenaje
Cod. 5 = Hidromorfismo
Cod. 6 = pH/salinidad
Cod. 7 = Rocosidad/pedregosidad

A partir del cruce, surge un primer mapa de Unidades para Uruguay, definidas por las 6 variables físicas, a partir de lo cual se discriminan 56 (Tabla 14 y Figura 12).

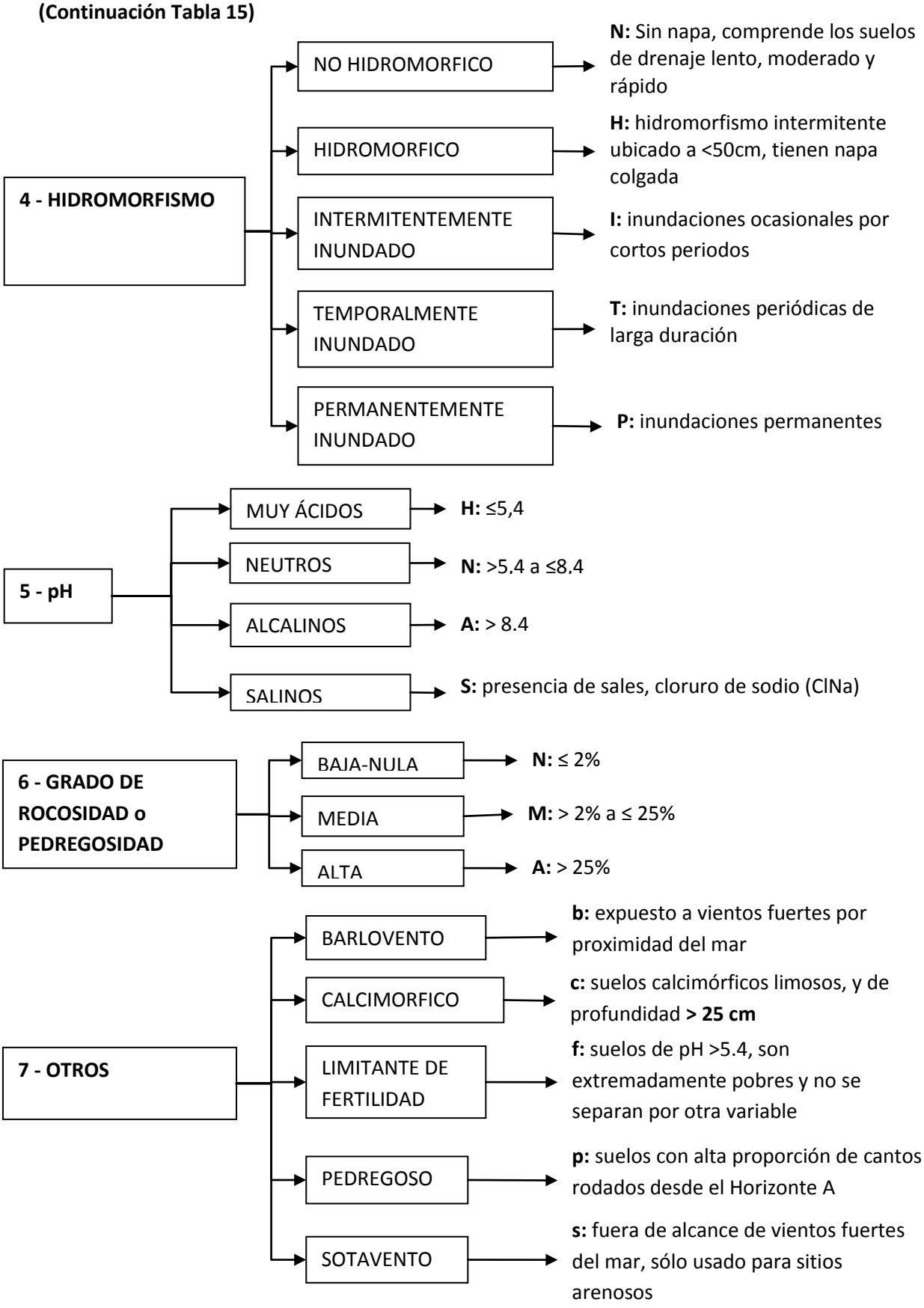
Tabla 14. Nomenclatura de los 56 Unidades definidas por las 6 variables físicas (ver Tabla 15).

Sitio	Ocurrencia	Área (ha)	%	Sitio	Ocurrencia	Área (ha)	%
MLENHN	272	142.856	1,9	PMLIAN	720	413.959	5,5
MLLHNN	3	5.873	0,1	PMLINN	491	277.599	3,7
MLMNNM	198	114.371	1,5	PMLISN	925	299.210	4,0
MLRHNN	44	36.056	0,5	PMLNNN	23	58.330	0,8
MLRNHM	146	187.279	2,5	PMLTNN	272	118.693	1,6
MLRNHN	76	72.246	1,0	PMMHNN	882	595.192	7,9
MLRNNM	2529	2.634.295	34,9	PMMINN	108	39.930	0,5
MLRNNN	110	56.641	0,8	PMMNNM	1725	388.248	5,1
MMMHNM	910	432.618	5,7	PMMNNN	1452	790.801	10,5
MMMNNA	150	39.811	0,5	PMRNHN	26	13.269	0,2
MMMNNM	551	474.813	6,3	PMRNNN	251	256.442	3,4
MMMNNN	1752	946.811	12,5	PPLIAN	95	10.072	0,1
MPLNNN	238	124.645	1,7	PPLINN	462	409.881	5,4
MPMNNN	37	28.559	0,4	PPLNNM	3693	1.195.394	15,8
PLENHN	280	200.223	2,7	PPLNNN	2261	957.550	12,7
PLENNN	384	125.069	1,7	PPLTNN	408	340.948	4,5
PLLINN	95	83.205	1,1	PPMNNM	79	82.727	1,1
PLLTNN	45	41.681	0,6	PPMNNN	292	211.914	2,8
PLLTSN	21	10.822	0,1	PPNPNN	109	86.492	1,1
PLMHHN	54	38.480	0,5	PPNPSN	39	14.455	0,2
PLMHNN	228	261.577	3,5	SLENHA	202	35.666	0,5
PLMNNN	324	200.702	2,7	SLRNHA	1685	429.161	5,7
PLRHHN	410	196.322	2,6	SLRNNM	212	146.756	1,9
PLRHNN	23	43.021	0,6	SMMNNM	1830	488.350	6,5
PLRNHM	64	77.224	1,0	SMRNNA	2051	1.508.389	20,0
PLRNHN	9	5.639	0,1	SMRNNM	139	69.656	0,9
PLRNNN	72	32.173	0,4	SMRNNN	14	21.211	0,3
PMLHNN	1707	938.655	12,4	SPRNNM	2445	632.639	8,4

Tabla 15. Explicación de las abreviaturas usadas para la confección de la nomenclatura de Sitios.



(Continuación Tabla 15)



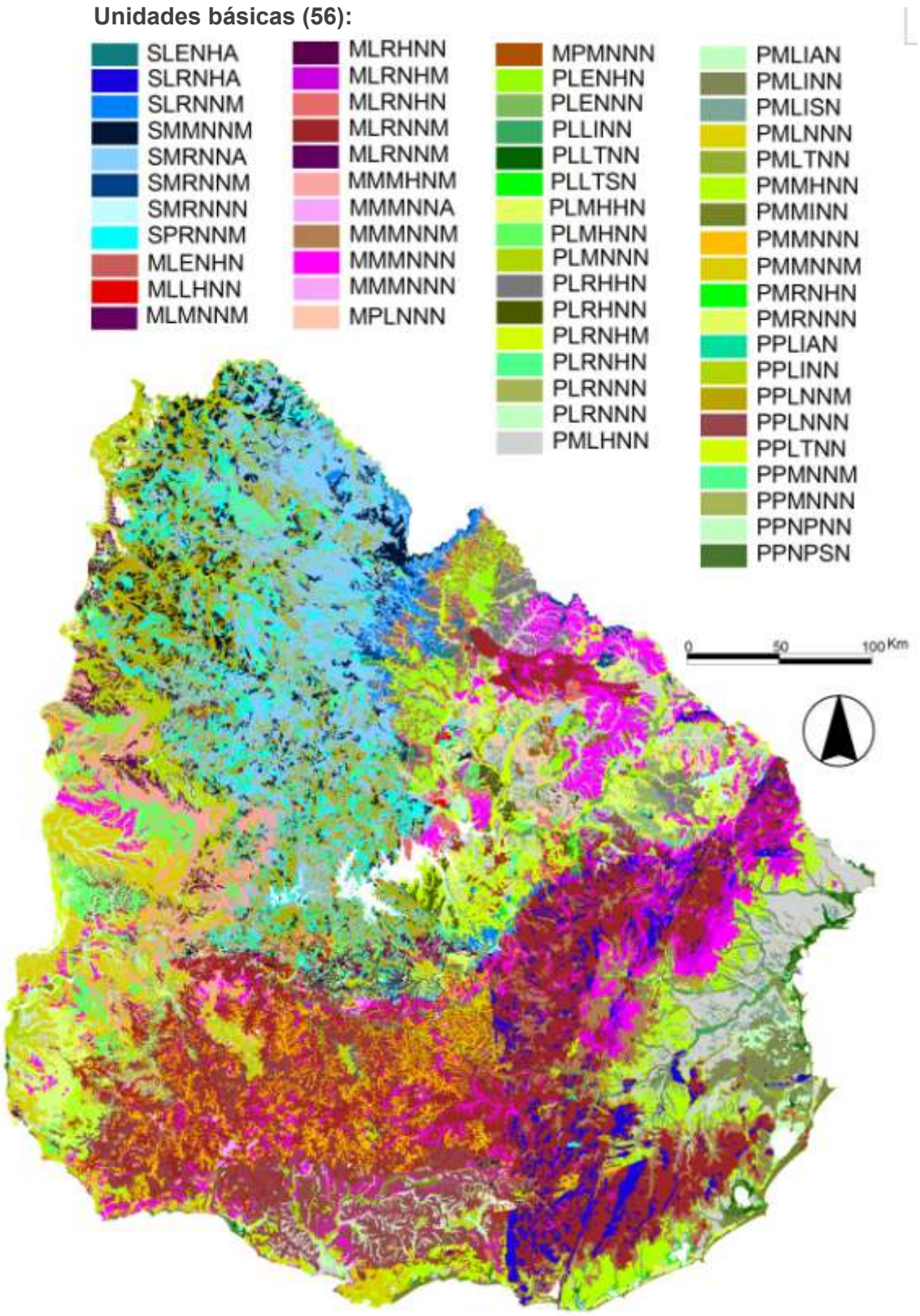


Figura 12. Distribución espacial de la propuesta de Unidades básicas (56) usando 6 variables físicas. Autores: D. Panario, O. Gutiérrez, L. Bartesaghi, M. Achkar (2011).

3.4.2. Unidades básicas definidas por las 6 variables físicas más la variable opcional

A efectos de separar algunas unidades básicas que por las 6 variables utilizadas no podían ser discriminadas, pero que por ciertos otros atributos; la fauna o la vegetación hacían una lectura distinta de las mismas, fue incorporada al análisis la **8va. variable** opcional, obteniéndose entonces un nuevo mapa de unidades básicas para Uruguay, que contiene 66 unidades diferentes.

De la combinación de las 6 variables: profundidad, textura, drenaje, hidromorfismo, pH/salinidad y rocosidad/pedregosidad, más la variable opcional, se crea un código que identifica a cada una:

Unidades básicas = Cod. 2 + Cod. 3 + Cod. 4 + Cod. 5 + Cod. 6 + Cod. 7 + Cod. 8

Cod. 2 = Profundidad
Cod. 3 =Textura
Cod. 4 = Drenaje
Cod. 5 = Hidromorfismo
Cod. 6 = pH/salinidad
Cod. 7 = Rocosidad/pedregosidad
Cod. 8 = Variable opcional (cuando es pertinente)

A partir del cruce de estas variables surge un segundo mapa de Unidades básicas para Uruguay usando las seis variables físicas más la variable opcional, a partir de lo cual se discriminan 66 (Tabla 16 y Figura 13).

Tabla 16. Nomenclatura de las 66 Unidades básicas obtenidas del cruce de las 6 variables físicas y la variable opcional (ver Tabla 15).

Sitio	Ocurrencia	Área (ha)	%	Sitio	Ocurrencia	Área (ha)	%
MLENHN	272	142.856	0,8	PLRNNN-f	57	15.303	0,1
MLLHNN	3	5.873	0,0	PMLHNN	1707	938.655	5,4
MLMNNM	198	114.371	0,7	PMLIAN	720	413.959	2,4
MLRHNN	44	36.056	0,2	PMLINN	491	277.599	1,6
MLRNHM	146	187.279	1,1	PMLISN	925	299.210	1,7
MLRNHN	76	72.246	0,4	PMLNNN	23	58.330	0,3
MLRNNM	2519	2.628.327	15,1	PMLTNN	272	118.693	0,7
MLRNNM-f	10	5.968	0,0	PMMHNN	882	595.192	3,4
MLRNNN-p	110	56.641	0,3	PMMINN	108	39.930	0,2
MMMHNM	910	432.618	2,5	PMMNNM	168	36.684	0,2
MMMNNA	150	39.811	0,2	PMMNNM-c	1557	351.564	2,0
MMMNNM	551	474.813	2,7	PMMNNN	871	285.836	1,6
MMMNNN	1509	789.371	4,5	PMMNNN-c	581	504.965	2,9
MMMNNN-c	179	134.055	0,8	PMRNHN	26	13.269	0,1
MMMNNN-f	64	23.385	0,1	PMRNNN	224	179.456	1,0
MPLNNN	238	124.645	0,7	PMRNNN-c	27	76.986	0,4
MPMNNN	37	28.559	0,2	PPLIAN	95	10.072	0,1
PLENHN	280	200.223	1,1	PPLINN	462	409.881	2,3
PLENNN	14	2.724	0,0	PPLNNM	3693	1.195.394	6,9
PLENNN-b	164	84.174	0,5	PPLNNN	2261	957.550	5,5
PLENNN-s	206	38.170	0,2	PPLTNN	408	340.948	2,0
PLLINN	95	83.205	0,5	PPMNNM	79	82.727	0,5
PLLTNN	45	41.681	0,2	PPMNNN	292	211.914	1,2
PLLTSN	21	10.822	0,1	PPNPNN	109	86.492	0,5
PLMHHN	54	38.480	0,2	PPNPSN	39	14.455	0,1
PLMHNN	218	254.980	1,5	SLENHA	202	35.666	0,2
PLMHNN-f	10	6.597	0,0	SLRNHA	1685	429.161	2,5
PLMNNN	324	200.702	1,2	SLRNNM	212	146.756	0,8
PLRHHN	410	196.322	1,1	SMMNNM	1830	488.350	2,8
PLRHNN	23	43.021	0,2	SMRNNA	2051	1.508.389	8,6
PLRNHM	64	77.224	0,4	SMRNNM	139	69.656	0,4
PLRNHN	9	5.639	0,0	SMRNNN	14	21.211	0,1
PLRNNN	15	16.870	0,1	SPRNNM	2445	632.639	3,6

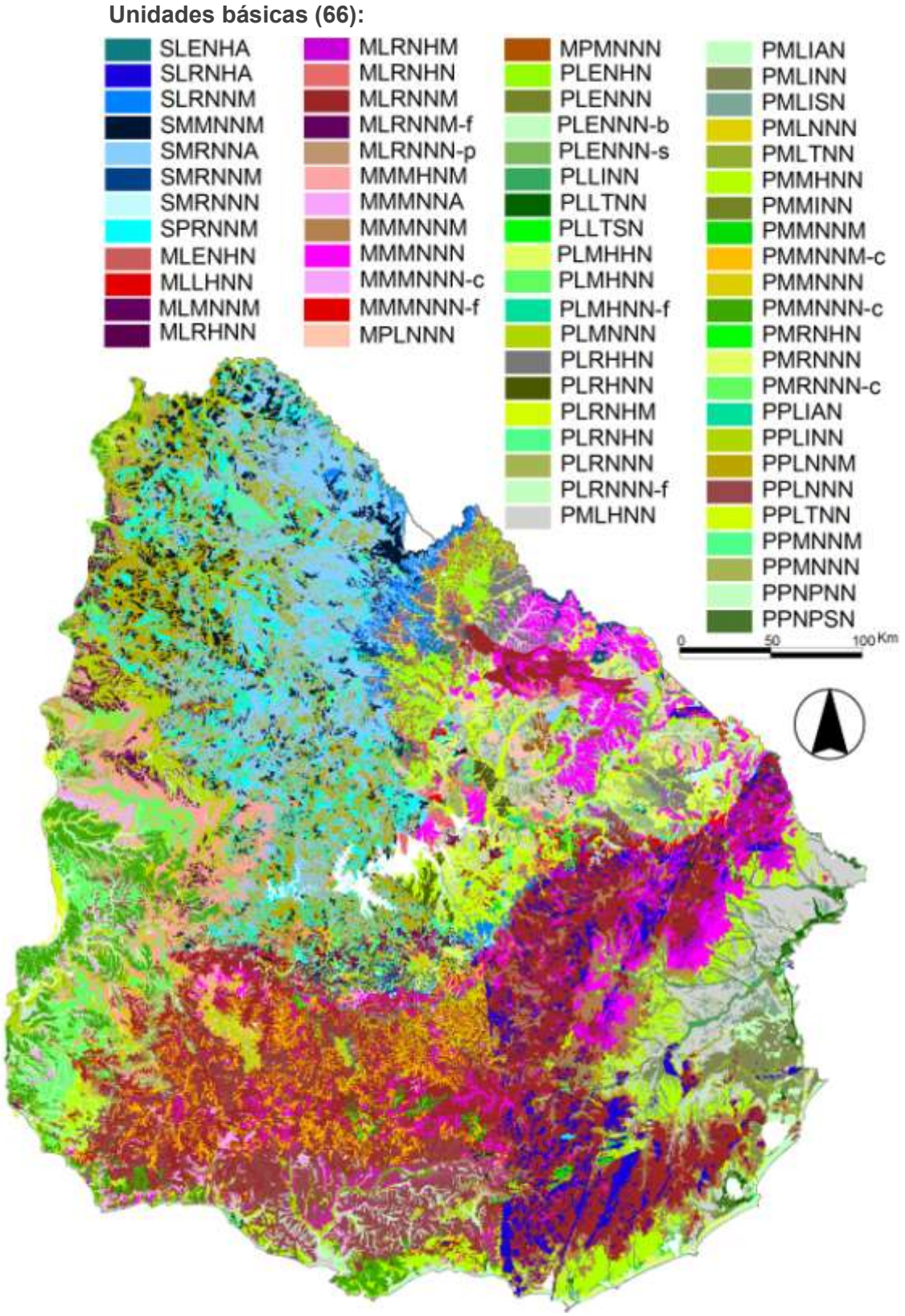


Figura 13. Distribución espacial de la propuesta de Unidades básicas (66) usando las 6 variables físicas más la variable opcional cuando es necesario. Autores: D. Panario, O. Gutiérrez, L. Bartesaghi, M. Achkar (2011).

4. UNIDADES DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE PAISAJES - DISTRITO

4.1. DISTRITO, SEGUNDA CATEGORÍA DE LA CLASIFICACIÓN DE PAISAJES

El relieve es uno de los componentes del ecosistema más relevantes para la comprensión de las relaciones ecosistémicas en la biósfera, al condicionar e integrar otros factores tales como la economía del agua, insolación, exposición a los vientos, amplitud térmica, humedad del aire, desarrollo de los suelos, presencia/ausencia de afloramientos rocosos, diversidad de ambientes a micro y meso escala, y procesos de transporte y deposición de sedimentos, entre otros.

Es por ello que en forma empírica se viene utilizando con algún criterio de clasificación *ad hoc* en etología de mamíferos y aves, estudios de comunidades, territorialización de la biodiversidad, servicios ecosistémicos, entre otros.

Resulta claro que el agrupamiento de unidades elementales en otras de mayor complejidad, que sean exhaustivas, mutuamente excluyentes y cartografiables, debe tomar en cuenta las geoformas que agrupan la totalidad de las unidades elementales de una característica dada. Ello requiere contar con una clasificación de geoformas con capacidad de resolución cartográfica a una escala en torno a 1:250.000, o menor; que en el sistema propuesto denominaremos **Distrito**, y que se corresponde conceptualmente a "*Land Unit*" del sistema de clasificación del *Commonwealth Scientifical and Industrial Research Organization* (CSIRO) de Australia.

Tal clasificación debe valerse de características genéticas de los paisajes, o sea de las relaciones procesos-formas, que minimicen la posibilidad de que una misma unidad elemental del paisaje, a la que denominamos "**Sitio**" aparezca en dos unidades distintas del rango jerárquico superior, y que las mismas se diferencien solamente por pertenecer a distintos Distritos, aunque ello suceda cuando la subdivisión de distritos se haga con muchos intervalos o cuando por características estructurales del paisaje se generen controles estructurales que determinen planicies de abrasión tabulares e incisiones profundas sobre un mismo material generador, como ocurre en Uruguay en la zona basáltica.

La geomorfología ha resuelto su clasificación del relieve a distintas escalas según el marco conceptual de la escuela de pensamiento de que se trate.

No obstante esta disciplina ha tenido un cambio de paradigma a partir de la década de 1950 por lo que las propuestas de principio del siglo pasado carecen de validez.

Jean Tricart fue uno de los primeros geomorfólogos modernos en establecer un sistema de clasificación de paisajes a diferentes escalas a partir de su disciplina (Tabla 17).

Tabla 17. Clasificación de figuras geomorfológicas de Tricart y Cailleux (1965)

Orden	Unidades de superficie terrestre en Km^2	Características de las Unidades con ejemplos	Unidades climáticas equivalentes	Mecanismos básicos que controlan el relieve	"Tiempo" de persistencia (en años)
I	10^7	Continentes; fosas oceánicas	Grandes sistemas zonales controlados por factores astronómicos	Diferencias de la corteza terrestre entre sial y sima	10^9
II	10^5	Grandes entidades estructurales-(Scandinavia shield, Tehys, Congo basin)	Tipos climáticos mayores (influencia de factores geográficos en factores astronómicos)	Movimientos de la corteza, como en la formación de "geosinclinales". Influencia climática en disección	10^8
III	10^4	Unidades estructurales (Paris basin, Jura, Massif)	Subdivisiones de los tipos climáticos mayores, con poca significación para erosión	Unidades tectónicas que tienen una relación con la paleogeografía, grado de erosión influencia por litología	10^7
IV	10^2	Unidades tectónicas básicas: "Mountain massif", "horsts","fault throughs"	Climas regionales influenciados predominante por factores geográficos, especialmente en áreas montañosas	Influencia predominante por factores tectónicos, secundariamente por litología	10^7
LIMITE DE AJUSTES ISOSTÁTICOS					
V	10	"Ities" tectónicas irregulares, "anticlinales", cerros	Clima local, influenciado por patrones de relieve: efectos altitudinales	Predominio de litología y aspectos estáticos de estructura	10^5 10^7
VI	10^{-2}	Geoformas, escarpas, terrazas, circos, morrenas, "dabris", etc.	Mesoclima, directamente ligado a la geoforma. Ejemplos: "nivation hollow".	Predominio de procesos influenciados por litología	10^4
VII	10^{-6}	Microformas, "Solifluxion lobes", "polygonal soils", "nebka", "badland and gully".	Microclima, directamente ligado con la forma. Ejemplo: lapies (karren)	Predominio de procesos influenciados por litología	10^2 años
VIII	10^{-8}	Microscópico, Ej: detalles de disolución y "polishing"	Micro-ambiente	Relacionado con procesos y a textura rocosa	

Esta clasificación se basa hasta la VI categoría, en una geomorfología estructural que en algunos aspectos no se diferencia totalmente del modelo estructural propuesto por William Morris Davis, introduciendo los aspectos climáticos como alternativas a las distintas escalas.

Por otra parte, los procesos elementales de génesis de las geoformas no respetan tan claramente la escala, existiendo por ejemplo cuencas sedimentarias de tamaño reducido o graven de dimensión enorme. En general esta clasificación ha sido utilizada en trabajos de escala regional o continental (menores de 1:1.000.000) o de escalas de detalle, mayores de 1:20.000.

4.2. CLASIFICACIÓN POR PROCESOS MORFOGENÉTICOS A NIVEL DE TOPOSECUENCIA

Las vertientes han sido clasificadas por Dalrymple *et al.* (1968) en nueve unidades básicas (Tabla 18) a las cuales se asocian determinados procesos morfogenéticos (Christofoletti, 1980):

Tabla 18. Las nueve unidades básicas de las vertientes según Dalrymple *et al.* (1968) y los procesos morfogenéticos asociados a las mismas.

	Unidad	Proceso dominante
1	Interfluvio (0º a 1º)	Pedogénesis con movimientos predominantes verticales del agua superficial (Figura14)
2	Declive con infiltración	Eluviación mecánica y química producida por movimientos laterales del agua (drenaje hipodérmico)
3	Declive convexo con reptación	Reptación y formación de terracetes
4	Escarpa: pendiente mayor a 45º	Pendiente de transporte de materiales por gravedad, dominio de denudación en cualquier condición climática
5	Declive intermedio transporte (ángulo 45º a 35º)	Transporte por movimientos de masa dominantemente de gravedad
6	Porción coluvial (ángulos entre 26º y 35º)	Reposición de material por los movimientos de masa y escurrimiento superficial. Formación de conos de deyección
7	Declive aluvial (0º a 4º)	Deposición aluvial, terrazas
8	Margen de curso de agua	Erosión pluvial, desmoronamientos
9	Lecho de cursos de agua	Transporte fluvial

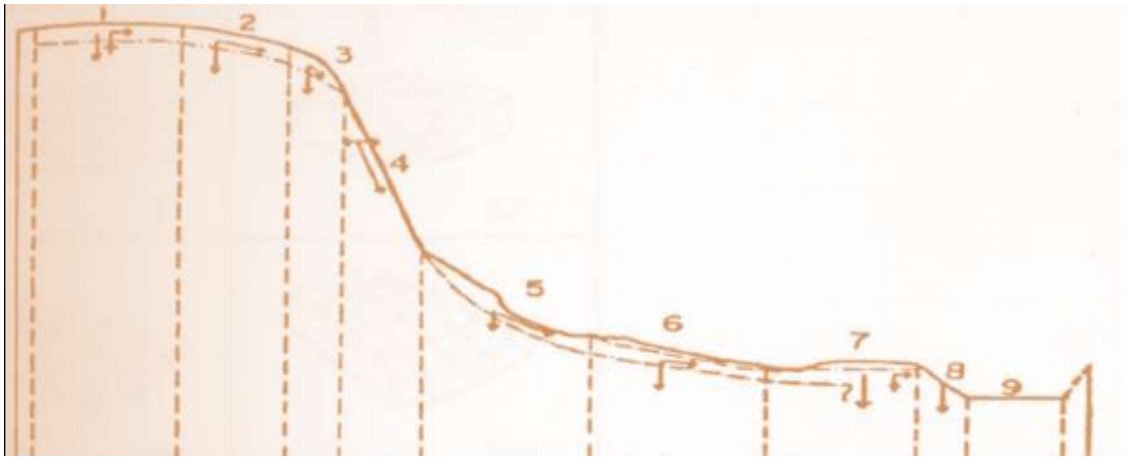


Figura 14. Clasificación de pendientes según Dalrymple *et al.* (1968, en Christofoletti, 1980). La línea punteada indica el límite inferior de formación de suelos.

Troeh (1965) clasifica las vertientes según su forma en cuatro tipos básicos (Figura 15):

I. Vertientes con radiales cóncavos y contornos cóncavos.
II. Vertientes con radiales convexos y contornos cóncavos.
III. Vertientes con radiales cóncavos y contornos convexos.
IV. Vertientes con radiales convexos y contornos convexos.

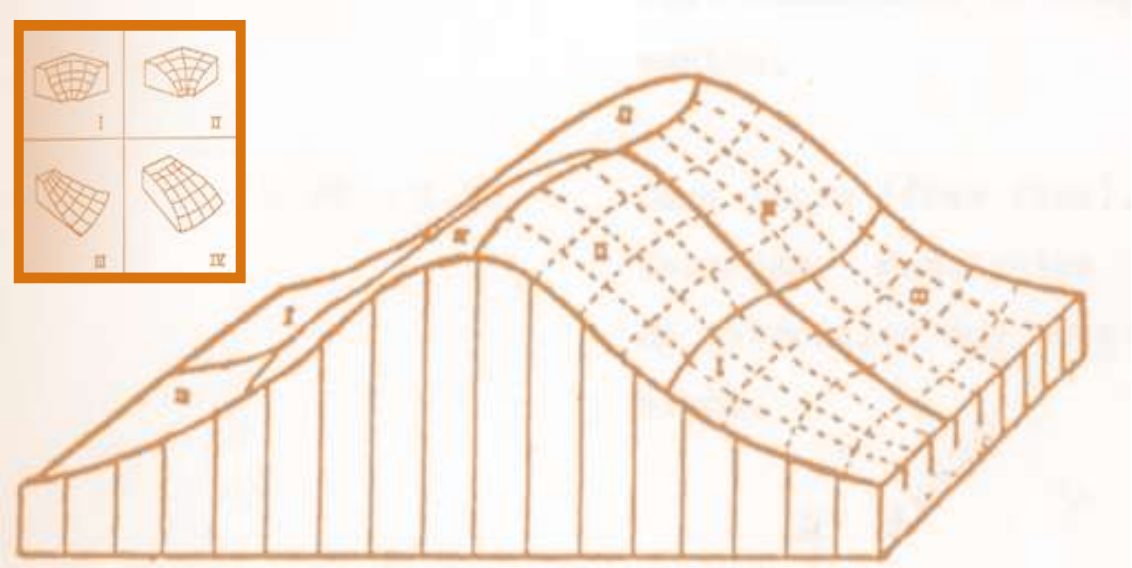


Figura 15. Pendientes según Troeh (modificado de Fairbridge, 1968).

Miller y Sumerson (1960), clasificaron las pendientes según cuatro divisiones basadas en segmentos iguales de la función (Tabla 19):

$$X = \sqrt{\text{Sen } A}$$

Donde, A = ángulo de la vertiente

Tabla 19. Clasificación de pendientes según Miller y Sumerson (1960).

Clases	Angulo	√Sen A	Ocurrencia
1	0 a 3º35´	0 - 0,25	Depósitos fluviales. Laderas de acumulación. Planos de ablación
2	3º36´a 14º29´	0,25 - 0,50	Abanicos aluviales (conos). Pedimentos parte inferior de pendientes constantes.
3	14º29´ a 34º14´		Límite superior de reposo de materiales cohesivos. Pendientes de fragmentos.
4	34º15´ a 90º	0,75 - 1,00	Cara libre (*free face*). Escarpas. Pendientes de materiales muy cohesivos.

4.3. ALGUNAS PRECISIONES

La proliferación de clasificaciones de aceptación restringida es el resultado de la no existencia en geomorfología de un paradigma universalmente aceptado, y el intento de esta disciplina, al igual que otras de las denominadas ciencias de la tierra, de resolver con fines prácticos y genéticos a un tiempo, una taxonomía corológica con capacidad resolutiva a distintas escalas espacio-temporal. Así a los efectos de una clasificación utilitaria, el clima debe ser utilizado a los niveles jerárquicos superiores y por tanto, a escalas operativas a nivel de región o subregión; mientras la geoforma debe ser analizada a la escala de las vertientes y los valles.

Murphy (1967 y 1968) propone una clasificación de tres categorías donde utiliza criterios geológicos, geomorfológicos y morfoclimáticos; pero en su segunda categoría -aunque sin establecer límites cuantitativos- introduce términos como depresiones, planos, colinas, cerros y montañas, además de unidades tales como mesetas "altas y bajas"; una adecuada caracterización de las primeras y sus eventuales subdivisiones utilizando pendientes, como lo proponen Miller y Summerson (1960) y Dalrymple *et al.* (1968), resultó ser un camino conducente a una clasificación que reuniera las características deseables antes mencionadas.

4.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS DISTRITOS

En el caso de la presente clasificación, se decidió explorar como criterio de clasificación la **pendiente**, siendo que a ella se asocian procesos geomorfológicos característicos en casi cualquier ambiente morfoclimático. Por otra parte, como las pendientes suelen estar asociadas a paisajes característicos que tienen una adecuada expresión a la escala de trabajo, a cada categoría de pendiente se la puede adjetivar con el nombre vulgar de la geoforma, caracterizada por presentar con la mayor frecuencia cada uno de los rangos de pendiente establecidos. Este procedimiento tiene la ventaja adicional de ser fácilmente aplicable, aún cuando no se cuente con un mapa de elevación de terreno o instrumentos de medición adecuados.

Se utilizaron los siguientes rangos de pendiente para cada una de las unidades, describiéndose los procesos asociados (Tabla 20).

La elección de los límites tiende a tener en cuenta los procesos que se vinculan a una energía potencial dada, que es función de la pendiente.

4.4.1. Distrito depresional

Según el Diccionario Geológico Geomorfológico (Teixeira, 1980), depresión es un área de relieve situada por debajo del nivel del mar o por debajo de regiones próximas. A las primeras se las denomina absolutas y a las segundas relativas. Este autor clasifica a las depresiones en cuatro categorías: a) Depresiones originadas por movimientos del terreno; b) Depresiones

Tabla 20. Unidades de distrito y procesos geomorfológicos asociados.

UNIDAD	PROCESOS ASOCIADOS	Ocurrencia	Area (km^2)
Escarpado	*Free face* (cara libre) con pendientes ≥ 100%	-	-
Montano	Montañas o escarpas con pendientes entre ≥66% a <100%	-	-
Serrano	Cerros con pendientes entre ≥34% a <66%	312	2.250,5
Ondulado fuerte	Colinas con pendientes entre ≥18% a <34%	818	10.345,6
Ondulado suave	Colinas con pendientes entre ≥10% a <18%	1.279	13.095,8
Plano ondulado fuerte	Lomadas con pendientes entre ≥6% a <10%	4.167	38.329,7
Plano ondulado suave	Lomadas suaves con pendientes entre ≥2% a <6%	13.985	57.890,9
Plano inclinado	Planicies inclinadas con pendientes entre ≥0,2% a <2%	7.669	22.148,9
Plano	Planicies con pendientes entre ≥0,01% a <0,2%	5.282	29.749,2
Depresión	Depresiones cerradas o abiertas, generalmente cubiertas de agua al menos parte del año con pendientes <0,01%	96	694,2

formadas por remoción de material de superficie; c) Depresiones formadas por represamientos; y d) Casos especiales (Tabla 21).

4.4.1.1. *Caracterización*

La definición utilizada en la Clasificación de Paisajes, es restringida a aquellas depresiones que cumpliendo con las características de la definición antes citadas, presentan pendientes inferiores a 0,01%. Con este límite se separan en general, las planicies aluviales de los ríos lóticos, y lótico-lénticos de los sistemas lénticos.

En tal sentido, serán consideradas depresiones ciertas terrazas aluviales actuales, lagos y lagunas o formas cóncavas o planos derivados de su colmatación, islas aluviales de cursos inferiores especialmente deltas, vegas, el conjunto de planicies de cualquier tipo, de anegamiento permanente o estacional, parte inferior de grandes conos de deyección y parte inferior de bajadas (Figura 16).

Las depresiones son típicamente zonas de acumulación de sedimentos; si existe humedad suficiente, o sea condiciones de reducción la mayor parte del año, las acumulaciones suelen ser de materia orgánica más o menos descompuesta (según las condiciones climáticas) y partículas biosilíceas (fitolitos y diatomeas), con aportes de sedimentos de diferente granulometría según la competencia de los cursos fluviales que los aportan, pero predominando los sedimentos finos -mayoritariamente limo y arcilla-; en condiciones de aridez

Tabla 21. Clasificación de depresiones según Teixeira (1980).

1. Depresiones originadas por movimientos del terreno	Deformaciones de naturaleza sinclinal.	
	Hundimiento de un fragmento de la corteza terrestre debido a un sistema de fallas.	
	Depresiones debidas a arqueamiento.	
	De fallas de movimiento horizontal.	
2. Depresiones formadas por remoción de material de superficie	Por excavación a lo largo de un alvéolo fluvial	
	Por dilución de roca	Acción de intemperismo
		Acción biológica
		Por acción eólica (deflación).
	Depresión subsecuente de circundenudación periférica	
	Acciones periglaciares o glaciares.	
3. Depresiones formadas por represamientos	Desmoronamiento	
	Cono de deyección sobre un río principal	
	Represamiento por dunas	
	Represamiento por cordón litoral	
	Represamiento por dique marginal	
	Represamiento debido al abandono de un meandro	
	Represamiento por morrena glacial	
	Represamiento formado por acciones glaciales y periglaciales	
	Represamiento formado por derrames de lavas	
	Auto represas de cursos de agua	
	Represas formadas por acción de los animales.	
4. Casos especiales	Depresiones de cráteres volcánicos	
	Depresiones formadas por caídas de meteoritos	
	Depresiones formadas por topografía plana y acciones de diversos factores	
	Acción antrópica	

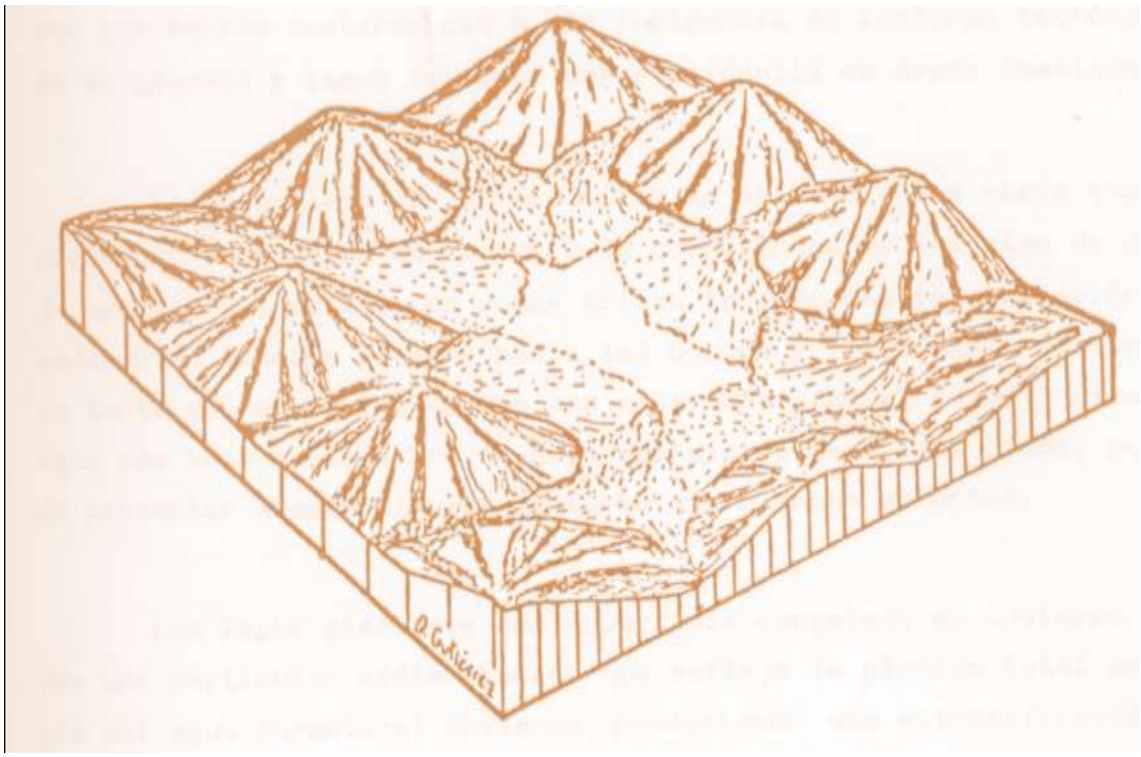


Figura 16. Representación grafica de distrito depresional en cuenca endorreica.

o semiáridas, predominan los sedimentos clásticos, si se exceptúan algunas depresiones kársticas, donde los materiales son conducidos hacia ríos subterráneos.

Si se forma un espejo de agua, la presencia o abundancia de sedimentos de uno u otro tipo, dependerá de numerosos factores tales como el estado trófico, la concentración de sales, el balance hídrico, la profundidad del agua que permita o no el enraizamiento de la vegetación acuática, etc.

A su vez y fundamentalmente en regiones templadas de latitud media, el ritmo de la sedimentación y tipo de sedimentos ha variado acompasando los cambios climáticos del Cuaternario, en particular los acaecidos durante el Holoceno y más modernamente el cambio de uso del suelo, donde se observó un aumento exponencial de la tasa de sedimentación, que pasa de décimas de milímetro por año, a más de 2 mm a partir de la introducción de la ganadería.

4.4.1.2. *Tipologías depresionales*

a. Terrazas aluviales

Las vías de drenaje al aproximarse al nivel de base pierden pendiente y con ello capacidad de transporte de materiales. La deposición que se produce genera terrazas amplias deprimidas entre las laderas aledañas o entre una terraza más antigua y el albardón o dique, generalmente formado por limos o arenas de desborde. La depresión así generada funciona como cubeta de decantación de las aguas de crecientes que superan el dique o albardón aluvial.

A su vez, cambios en el recorrido del curso por abandono de un cauce, generan lagunas marginales "*oxbow lakes*" con depósitos grano decrecientes, que culminan en arcillas o turberas.

La naturaleza de los depósitos en estos últimos, varía sustancialmente en función del clima y la competencia de las vías de drenaje que los alimentan. En zonas áridas tendrán una intercalación de sedimentos finos y gruesos hacia los bordes, y finos hacia el centro, en tanto que en ambientes con una cobertura vegetal mayor y nivel de agua más constante, habrá un neto dominio de depósitos finos, pudiendo presentar además niveles de turba más o menos potentes.

b. Islas aluviales

Al igual que las terrazas aluviales precitadas, las islas aluviales consolidadas adquieren un albardón de desborde y una cubeta central. Tal situación es característica de los ambientes deltaicos.

c. Zonas de hundimiento tectónico (graven)

Particularmente en las márgenes continentales pasivas de los continentes (margen este del continente americano) se generan zonas de hundimiento tectónico a partir del Cretáceo, alguna de las cuales han mantenido su actividad hasta el Plioceno o aún el Holoceno, generando depresiones costeras que han estado ocupadas por el mar hasta períodos tan recientes como el estadio isotópico 5e (125 Ka) y/o la última transgresión (6.000 Bp); su

regresión posterior generó en el cono sur americano una serie de lagunas costeras y humedales asociados.

4.4.2. Distrito Plano

Los límites de este distrito se encuentran entre pendientes iguales o mayores a 0,01% a menores a 10%. A este rango de pendiente se asocian los procesos de erosión hídrica de las laderas y la deposición de los sedimentos erosionados, generando formas características del relieve como el pedimento, cuya posterior disección por las vías del drenaje origina la mayoría de los relieves suaves ondulados.

Cuando el sistema de formas suaves de Distrito Plano se conecta con un relieve mayor, el límite superior de esta categoría mantendrá su denominación hasta un quiebre de pendiente o hasta que la pendiente alcance un valor del orden de 10%. Las dunas arenosas pertenecen a este distrito con independencia de la pendiente que generan, dado que las mismas, aunque presentan pendientes muy variables, su comportamiento es a grandes rasgos similar, y una vez estabilizadas se convierten en terrenos ondulados.

Según *The Encyclopedia of Geomorphology* (Fairbridge, 1968), el término Plano tiene dos significados en Geomorfología:

a) Plano en sentido estricto, es un área con escasas diferencias altimétricas y uniforme desde el punto de vista geomorfológico, como los planos de inundación, de erosión, etc.

b) Plano se lo utiliza en sentido de campos llanos, bajos o plataformas, siendo en ese sentido un término opuesto a tierras altas.

El Diccionario Geológico Geomorfológico atribuye a Leuzinger (1948 citado en Teixeira, 1980) la propuesta de utilizar el término para superficies poco accidentadas, aproximadamente planas y horizontales.

El Distrito Plano se subdivide en relación a su energía potencial medida por la pendiente en cinco a saber:

Plano, igual o mayor a 0,01% a menor de 0,2%

Plano inclinado, igual o mayor a 0,2% a menor de 2%

Plano ondulado suave, igual o mayor a 2% a menor de 6%

Plano ondulado fuerte, igual o mayor a 6% a menor de 10%

El primero de los subdistritos incluye la mayoría de las planicies aluviales y sus terrazas, en tanto que los restantes implican una disección progresivamente más intensa de ésta o de viejas superficies de aplanamiento (pedimentos, bajadas y playas, etc.). Una excepción a esta nomenclatura son los pedimentos previamente mencionados que forman una curva continua asimilable a una logarítmica de base menor a la unidad (Leopold *et al.*, 1964), cuya pendiente

varía entre valores menores de 10%, límite superior del distrito y e iguales o menores de 0,01%, límite inferior del distrito.

Este distrito está compuesto por una gran diversidad de formas de origen mayoritariamente aluvial, ocasionalmente eólico y excepcionalmente de erosión (pedimentos) con o sin disección posterior (Figura 17).

Su nombre deriva del hecho de tener un origen común en un plano inclinado. En la presente propuesta, sin embargo, incluye situaciones tales como altiplanicies, reversos de cuestas, sistemas de lomadas (paisajes suavemente ondulados), terrazas aluviales de sistemas lóticos, albardones, campos de dunas con independencia de la pendiente por ellas generadas, campos de montículos arcillosos (*gilgai*), etc.

4.4.2.1. *Tipologías Planas*

a. Planos de erosión-acumulación

Los planos aluviales actuales y subactuales, pero vinculados a vías de drenaje aún operantes, se caracterizan por presentar un sistema de terrazas, frecuentemente escalonadas, las que manifiestan en su granulometría la competencia del agua que las depositó. Estas terrazas, cuando se encuentran dentro del denominado lecho mayor del río tal como, lechos de crecientes irregulares que -en ríos en equilibrio– no ocurren todos los años, suelen presentar acumulaciones de sedimentos vinculados a la dinámica actual del río.

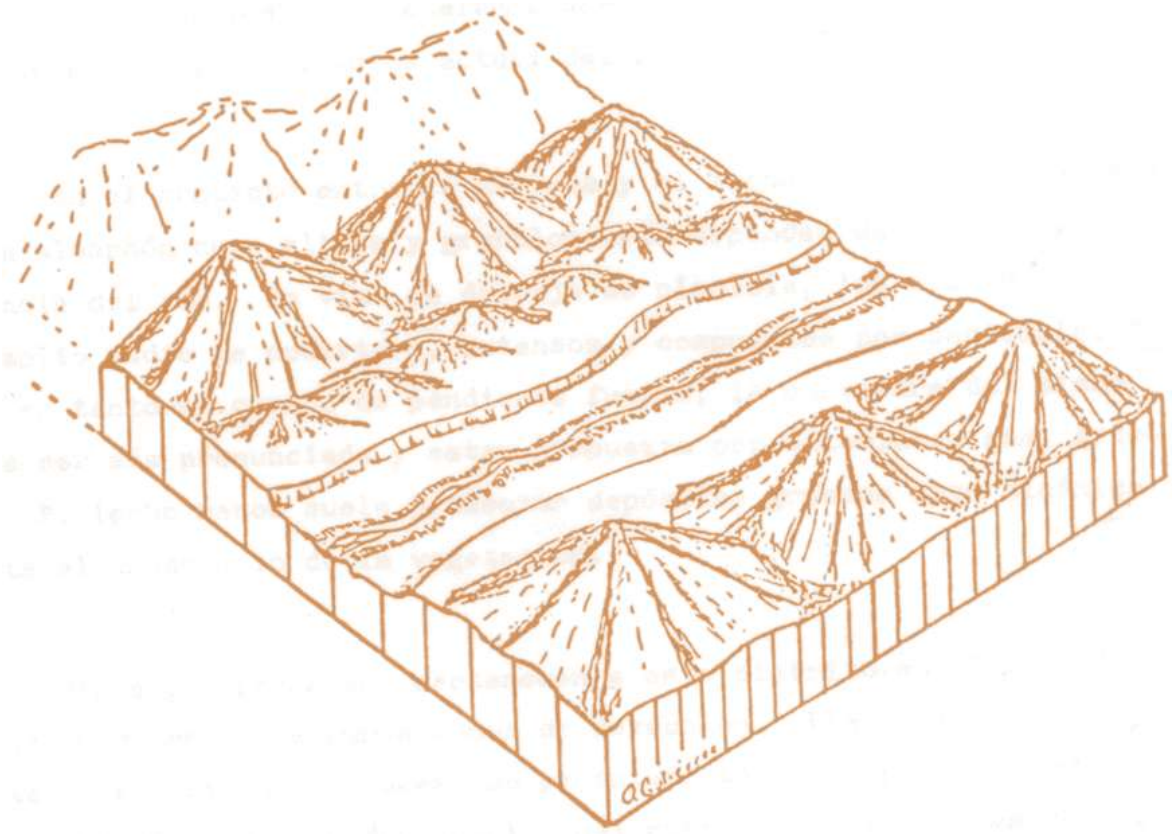


Figura 17. Representación grafica de Distrito plano de terrazas y ondulaciones.

En el contacto entre la terraza y el lecho menor suele formarse un albardón cuya altura y granulometría dependen del caudal y competencia del río. En vías de drenaje de planicie, los albardones son de amplio radio de cobertura, extensos de poca altura y compuestos por partículas finas, en tanto en cursos de pendiente fuerte, la curvatura del mismo suele ser más pronunciada y estar compuesta por materiales más gruesos siendo de mayor altura. El lecho menor suele presentar depósitos gruesos cuya dinámica limita el desarrollo de la vegetación.

Por encima del lecho menor y generalmente asociadas a un cambio litológico, hacia materiales menos coherentes que suelen vincularse al comienzo del curso medio, suelen expresarse en primera instancia planicies de inundación y luego terrazas fluviales, ambas geoformas del mismo origen, lechos fluviales abandonados que se diferencian por la frecuencia o incluso ausencia de inundaciones principalmente en la terrazas más altas.

La granulometría de estos depósitos (cuando no son terrazas de abrasión) representa la competencia del río en el momento que las depositó, sin embargo su parte superior suele estar conformada por sedimentos finos fruto de las etapas en que funcionaron como planicie de inundación.

En algunos casos la ruptura de los albardones o diques laterales esparce sedimentos más gruesos sobre la planicie de inundación, generando condiciones ecológicas diferentes que se manifiestan por parches de vegetación con diferente exigencia en materia de drenaje, como la mayoría de las especies leñosas.

Otras geoformas que pertenecen a este distrito son las altiplanicies, pedimentos, glacis y algunos conos de deyección. Las altiplanicies suelen tener su origen en procesos de pediplanación. Si posteriores movimientos tectónicos las desconectan del nivel de base que las generó, pueden sufrir procesos de disección que normalmente generan formas onduladas. Su preservación suele vincularse a climas áridos o a la presencia de estructuras resistentes horizontales o subhorizontales, suelen presentar recubrimiento de materiales mal clasificados, cuando se vinculan a la zona de deposición del pedimento (bajada y playa).

En general, los procesos de erosión y acumulación que se producen en los pedimentos o bajadas son del tipo aluvial, por pequeños canalículos de funcionamiento intermitente o inundaciones en manto (Tricart y Cailleux, 1965). Existen ocasionalmente acumulaciones aluviales propiamente dichas cuando asociadas a lechos de *wadis*, drenajes de zonas áridas con funcionamiento esporádico.

Los conos de deyección aluvial son característicos de la parte externa de cuencas intermontanas, presentando características deposicionales similares a las bajadas y playas, pero con mayor pendiente en su cabecera. Los conos de derrubios de amplitud reducida, producidos por vías de drenaje de laderas de cerros y montañas, no pertenecen a este distrito por presentar pendientes superiores a los límites establecidos y granulometrías correlacionables a movimientos colectivos o acciones de gravedad.

Como se dijo precedentemente, por tectónica, eustatismo, cambios de nivel de base, o modificación del sistema morfoclimático, los pedimentos y bajadas pueden sufrir procesos de redisección por la vía de drenaje; dando origen a paisajes ondulados en los cuales son

comunes los procesos de reptación lenta del suelo o regolito, así como procesos de erosión de laderas, los cuales pueden generar los cuatro tipos de formas de relieve de Troeh (1965, ver Figura 14) a escasas distancias, pero con características diferenciales tanto en su estabilidad como en la economía del agua, generando comunidades claramente diferenciables aún en ecosistemas semiáridos. En el caso de Uruguay las formas cóncavas frecuentes en paisajes ondulados están ocupadas por gramíneas de alto porte(pajonales) y ocasionalmente por especies uliginosas.

Otras formas propias de este distrito aparecen en las regiones periglaciales, las islas de retroceso de casquetes polares y sus relictos asociados como *eskers* y *drumlins,* y los campos de dunas.

b. Planos estructurales

Por planos estructurales se define a aquellas zonas planas debidas a deposiciones horizontales, tales como coladas de lavas, depósitos de cenizas volcánicas, plataformas marinas expuestas, etc. Las formas resultantes de la redisección de estos paisajes dependen de la coherencia de los materiales que la forman, del potencial morfogenético de la región y de las características de los climas a que han sido sometidos. Es por ello que las características que presentan no necesariamente se correlacionan a su origen genético.

4.4.3. Distrito Ondulado

Los límites de este distrito se encuentran entre pendientes iguales o mayores a 10% a menores de 34%. Estas pendientes suelen asociarse a relieves del tipo colinas o a la base de relieves mayores.

Las pendientes que caracterizan a este distrito son asociables a lo que en lenguaje común se denominan colinas o sierras. El Diccionario Geológico Geomorfológico (Teixeira, 1980) define a las colinas como pequeñas elevaciones de terrenos con declives suaves y altura inferior a 50m. El mismo autor agrega que, en general, son formas de erosión. A los efectos del sistema de clasificación la altura resulta irrelevante y en las sierras uruguayas puede alcanzar los 500m.

Las pendientes de este distrito se asocian a depósitos producidos por procesos coluviales y a la parte superior de conos de deyección, ambos provenientes de relieves más enérgicos, como cerros y montañas. Estas pendientes son también características de algunas morrenas especialmente terminales y formas de disección de superficies elevadas por procesos tectónicos, pero que no han alcanzado altura como para ser cubiertos por nieves permanentes.

La mayor estabilidad de estas pendientes permite un recubrimiento relativamente espeso sobre el cual se desarrollan suelos moderadamente profundos e incluso profundos, en climas templados o más húmedos. Los procesos de modelado característicos en estas unidades son la erosión en canalículos, o laminar en clima semiárido, los procesos de reptación en climas semiáridos hasta húmedos y los deslizamientos en clima húmedo.

A excepción de los relieves de control estructural vinculados a capas duras horizontales o subhorizontales, que dan por resultado un dominio de formas cóncavas, la forma del relieve predominante en colinas es la convexa dispersadora de aguas (Figura 18).

Este distrito junto con el montano y serrano (de cerros), por presentar una dominancia de suelos autígenos, pueden presentar una gran diversidad de unidades elementales o paisaje en mosaico *sensu* González Bernáldez. Esta diversidad es proporcional a la diversidad de materiales geológicos de la unidad morfoestructural en cuestión, más la variabilidad que depende de la exposición de la vertiente, factor cuya importancia crece con la energía de la pendiente y con la latitud.

Se han establecido dos categorías dentro de este distrito: ondulado suave y ondulado fuerte, con pendientes iguales o mayores a 10% hasta menores de 18%, e iguales o mayores a 18% hasta menores de 34%, respectivamente.

El subdistrito Ondulado Suave se asocia mayoritariamente a colinas formadas por el entalle de superficies de aplanamiento cenozoicas , así como formas coluviales de pie de relieve mayores, exceptuando ocasionalmente piedemontes de depósitos de gravedad que suelen tener pendientes de reposo más elevadas.

El subdistrito Ondulado Fuerte corresponde a materiales sedimentarios coherentes o con estratos coherentes horizontales o subhorizontales, tal como las colinas formadas sobre rocas intrusivas y extrusivas coherentes o rocas sedimentarias fuertemente consolidadas por procesos de diagénesis. Se presentan vinculadas a procesos de orogénesis antiguos o que no han alcanzado la altura de las nieves permanentes o semi permanentes que suelen producir pendientes más fuertes.

Con esta energía de pendiente los suelos son superficiales y son frecuentes los afloramientos rocosos.

Figura 18. Representación grafica de Distrito Ondulado, paisaje autónomo de colinas y planos.

4.4.4. Distrito Serrano

Los límites de este Distrito se establecen entre pendientes iguales o mayores a 34% a menores de 66%. Estas pendientes se asocian mayoritariamente a relieves mayores, comúnmente de cerros.

Son formas generalmente autónomas, aunque forman parte de este distrito, laderas bajas de montañas e incluso acumulación de gravedad tipo *piedemonte* (conos de derrubios) de materiales muy gruesos en ambiente nival. Los afloramientos rocosos son más comunes que en los distritos antes mencionados, siendo común la existencia de áreas importantes de roca desnuda. El distrito se asocia además a laderas bajas de relieves mayores como las montañas.

Una definición precisa de cerro es más difícil de obtener que de montaña. El Diccionario Geológico Geomorfológico (Teixeira, 1980) limita su definición a "monte poco elevado cuya altura, supuestamente relativa, es de 100 a 200 metros". Luego define monte como gran elevación del terreno de cualquier origen y agrega que el término se utiliza para denominar elevaciones aisladas.

En inglés, el término "*hill*" se utiliza para una amplia gama de formas de disección menores que montaña y que incluyen lo que en español se describe como cerros y colinas y sierras. Este último vocablo tiene diferentes acepciones, en idioma español, e incluye desde elevaciones menores hasta cordilleras.

La altitud no es determinante de procesos morfogenéticos a excepción hecha, del ambiente morfoclimático nival, pero aún en éste, está condicionado por la latitud. En latitudes altas una elevación no muy pronunciada puede presentar procesos morfogenéticos característicos de montañas como los denominados Picos del Paine, en tanto, en latitudes bajas, elevaciones importantes pueden no estar sometidas a condiciones climáticas extremas. En cuanto al origen genético de estas elevaciones es en todos los casos asimilable al de montañas, que se define en el distrito correspondiente.

El Distrito Serrano se caracteriza por presentar un dominio de pendientes del tipo de dispersador de aguas (convexo) y pendientes rectilíneas de transporte (Figura 19).

Las pendientes permiten la retención de un manto de regolito relativamente más profundo y continuo que en el Distrito Montano y ocasionales formas de acumulación como piedemontes con derrubios muy gruesos.

Si bien estas pendientes permiten transporte gravitacional activo, la existencia de un regolito que puede incluir abundante material fino, favorece la instalación de vegetación y consecuentemente los procesos de pedogénesis asociados con la alteración del sustrato rocoso subyacente cuando el medio lo permite. En general, el proceso de intemperización es del tipo químico; exceptuando climas áridos en cuyo caso la cobertura detrítica de material fino es muy poco importante, dominando la erosión sobre el intemperismo y la pedogénesis es casi nula.

El proceso más importante que genera el regolito y luego condicionan su evolución, es el transporte gravitacional, fundamentalmente la reptación. Cuando el regolito ha alcanzado

cierto espesor que permite la instalación de vegetación, el balance pedogénesis-alteración versus ablación, determina que el espesor del suelo, presente una débil tendencia a hacerse más profundo hacia la base del cerro.

Cuando las características climáticas o el uso desplazan el equilibrio hacia la erosión, sólo el material más grueso queda como remanente en las vertientes, en tanto, cuando el equilibrio se desplaza hacia la profundización del perfil de alteración, el equilibrio se restablece con movimientos de masa del tipo de solifluxión, que generan cicatrices cóncavas y rampas planocóncavas hacia la base del cerro, que no pertenecen a este distrito aunque puedan ser incluidos en la cartografía por razones de escala.

Los transportes gravitacionales, en cambio, pueden producir piedemontes de ángulos de reposo más pronunciados, que por tanto pueden formar parte del distrito, cualquiera que sea la escala considerada.

Al igual que la montaña, el cerro es un relieve mayoritariamente autónomo. Serán considerados dentro del Distrito Serrano, sin embargo, aquellas laderas de baja montaña cuyo relieve satisfaga los requerimientos de pendiente del cerro. Es por esta razón que el distrito admite relieves subordinados tales como laderas y los piedemontes antes descritos.

Las serranías generan, pendiente abajo, rampas de solifluxión, conos de deyección, coladas de barro y aureolas geoquímicas. Ejercen una influencia fundamental en la pedogénesis de los relieves subordinados. A ellos aportan, al igual que las montañas; detritos, sales, iones, especialmente cationes y otros minerales en solución, los cuales juegan un papel preponderante en la formación de filosilicatos.

Los ángulos de las pendientes del distrito permiten que se estacionen sobre ellos rocas de gran tamaño como corestone (bolas de roca) y tor, que serían transportadas en su mayoría hasta la base en el distrito montaña, por lo que su presencia es característica de este distrito.

Distritos de mayor pendiente, si bien existen a nivel de escarpas por su poca representación espacial no pudieron ser cartografiados dado se trata de escarpas de poca altura.

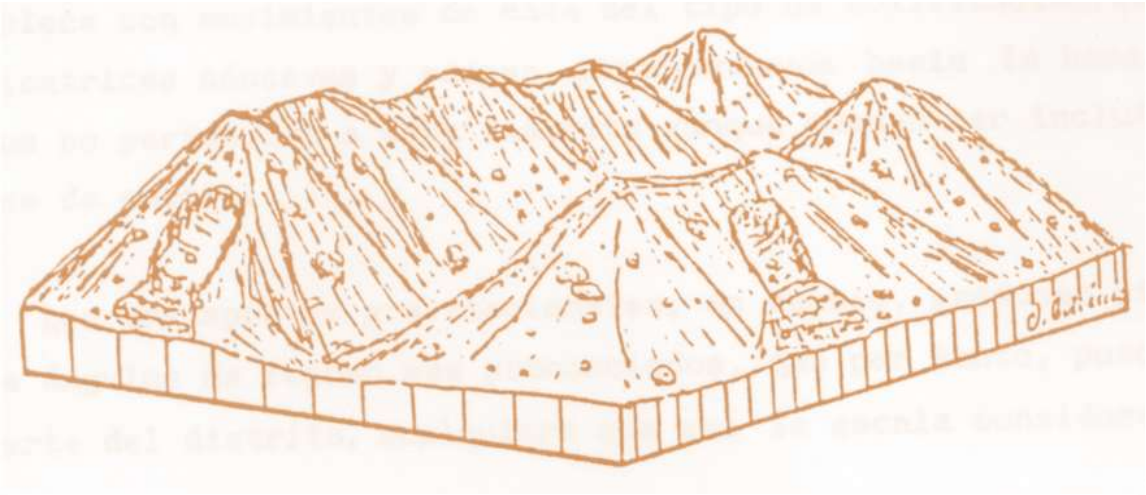


Figura 19. Representación grafica de Distrito Serrano, paisaje autónomo de cerros.

4.5. PROPUESTA DE UNA CLASIFICACIÓN DE DISTRITOS

A partir de los rangos propuestos, se propone una clasificación de distritos para Uruguay (Tabla 22 y Figura 20).

Tabla 22. Distritos para Uruguay.

Tipología de distritos	Ocurrencia	Área (Ha)	%
Serrano (=> 34% y < 66%)	312	225.051	1,4
Ondulado fuerte (=> 18% y < 34%)	818	1.034.568	5,9
Ondulado suave (=> 10% y < a 18%)	1279	1.309.503	7,5
Plano ondulado fuerte (=> a 6% y < 10%)	4168	3.831.903	22,0
Plano ondulado suave (=> 2% y < 6%)	13985	5.786.728	33,2
Plano inclinado (=> 0.2% y < 2%)	7669	2.213.895	12,7
Plano (=> a 0.01% y <0.2%)	5296	2.973.660	17,0
Depresión (< 0.01%)	96	69.293	0,4

A partir de los rangos propuestos, se propone una clasificación de distritos agrupados para Uruguay (Tabla 23 y Figura 21).

Tabla 23. Distritosagrupados para Uruguay.

Tipología de distritos	Ocurrencia	Clave	Área (Ha)	%
Serrano (=> 34% y < 66%)	312	**C**	225.051	1,3
Ondulado (=> 10% y <34%)	2.099	**O**	2.344.147	13,4
Plano (=> 0.01% y <10%)	31.148	**P**	14.811.894	84,9
Depresión (< 0.01%)	98	**D**	69.421	0,4

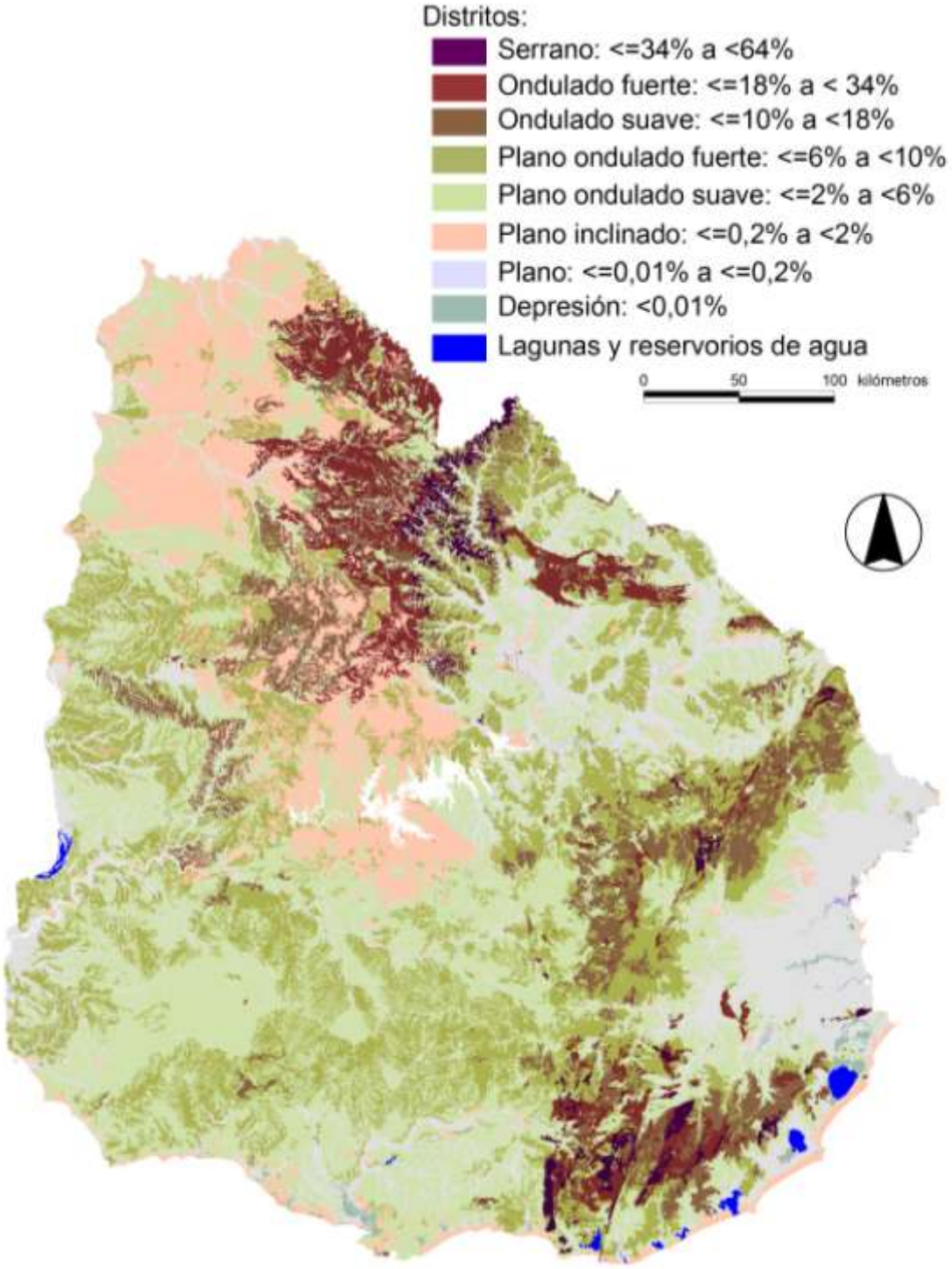


Figura 20. Clasificación de Distritos para Uruguay. Autores: D. Panario, O. Gutiérrez (2011).

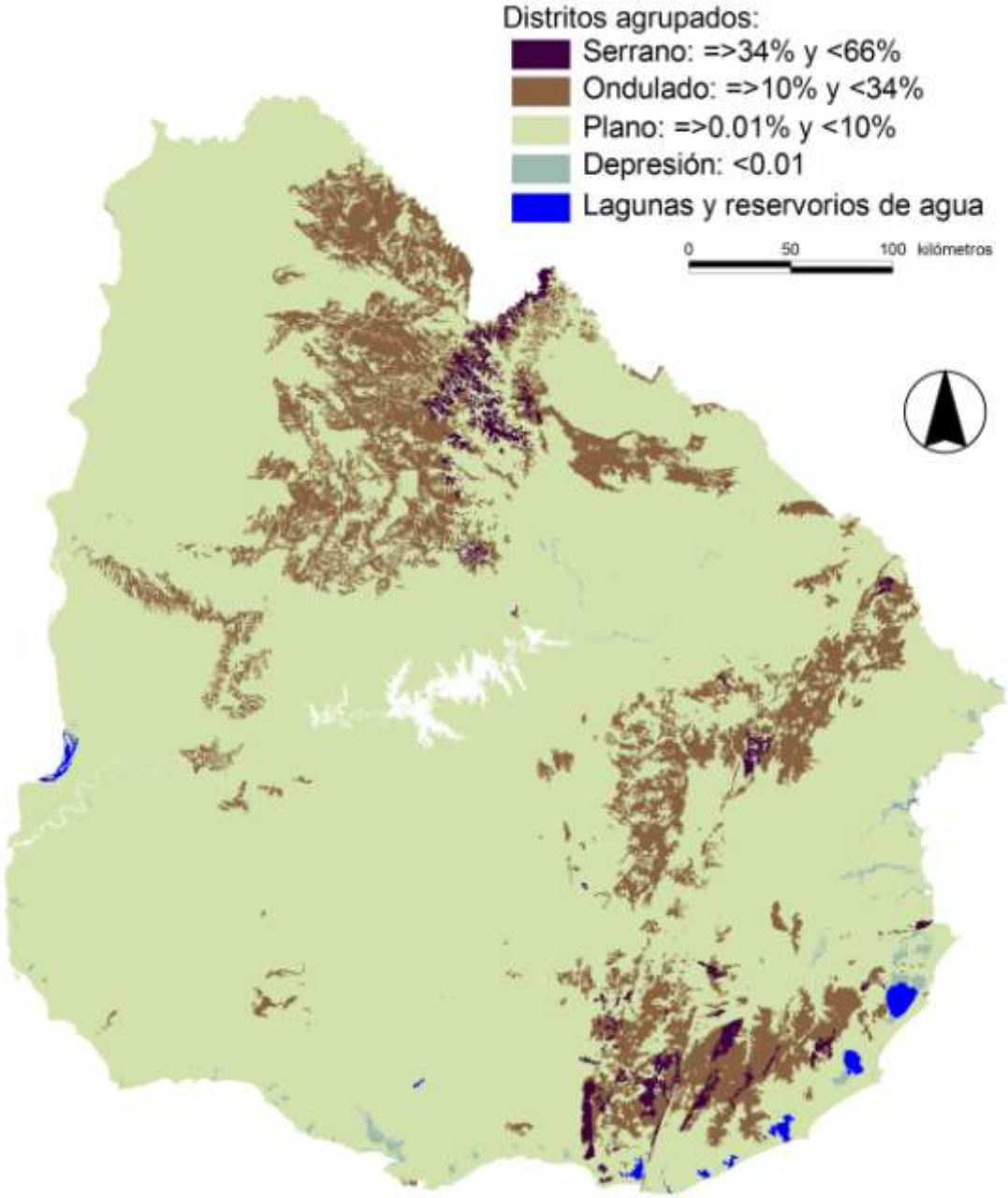


Figura 21. Clasificación de Distritos agrupados para Uruguay. Autores: D. Panario, O. Gutiérrez (2011).

4.6. RELACIÓN DISTRITO-SITIO

Las relaciones que se establecen entre Distrito y Sitio varían en función de las características de los distintos Distritos así como de las Provincias, en los que aparecen. En este sentido cabría distinguir dos situaciones bien diferenciadas; los Distritos dependientes o subordinados y los Distritos autónomos.

En general, puede afirmarse que los Distritos autónomos con suelos autígenos presentan distinto padrón de Sitios según la composición de la roca madre. En sentido inverso, en cambio, a igualdad de material original, es dable esperar que se repita el padrón e incluso la proporción de Sitios. Incluso la geoforma del Distrito tenderá a repetirse, al menos topológicamente.

El carácter equifinal que presenta el sistema edáfico cuando es sometido a procesos de evolución muy intensos, puede sin embargo minimizar las diferencias litológicas. Es así como cierto tipo de vegetación, tal como los bosques de coníferas, pueden determinar la evolución ulterior del suelo con relativa independencia del material generador. La disciplina que ha realizado un estudio más pormenorizado aplicable a estas relaciones es la Geomorfología climática. Posiblemente una de las revisiones más completas del funcionamiento a diversas escalas, de los distintos sistemas morfoclimáticos, puede ser el tratado do geomorfología de Tricart y Cailleux (1965), y más recientemente la de Gutiérrez Elorsa (2001).

Un tratamiento similarmente profundo, referente específicamente al Sitio trasciende el objetivo de este trabajo. Sin embargo, es posible al menos establecer algunas relaciones de carácter general y su variación, en relación a diferentes ambientes morfoclimáticos con sus connotaciones desde el punto de vista de la génesis de los suelos.

Una disciplina relativamente nueva y que aporta elementos a la comprensión de las relaciones que se establecen entre Distritos y sus Sitios, cuando se encuentran asociados en un paisaje, es la Geoquímica del Paisaje, desarrollada inicialmente por científicos soviéticos como Polynov (1952, citado en González Bernáldez, 1981), y que ha tenido fuerte repercusión en las Ciencias de la Tierra, fundamentalmente en Europa. Según González Bernáldez (1981) una clasificación de paisajes con este criterio, podría ser la propuesta por Glazovskaya (1963) (Tabla 24).

González Bernáldez (1981) separa tres clases de paisaje en relación al ordenamiento y diversidad de los sitios. Este autor distingue: a) **Paisajes vectoriales** que son aquellos con un gradiente de pendiente muy marcado y en los cuales existe una ordenación de sitios en forma de pisos, bandas, etc., separables por planos horizontales; b) **Paisajes en mosaico**, característicos de relieves ondulados en los cuales ha surgido el concepto de catena, en razón de la variación del suelo en relación a cambios en la dinámica del agua en corta distancia; y finalmente c) **Paisajes zonales**, los sitios de grandes llanuras caracterizados por su gran homogeneidad y donde la variación fundamental está relacionada con las latitudes que, según el autor habrían inspirado el concepto de zonalidad.

Tabla 24. Clasificación de paisajes elementales según el tipo de migración de los elementos químicos (Glazovskaya, 1963).

Grupo de paisaje (según B.B. Polynov)	Según el tipo de Integración geoquímica	Según los ciclos de migración de los elementos en las rocas originarios		
		Primario (ORTO)	Secundario (PARA)	Secundario sobreimpuesto (NEO)
ELUVIAL	ELUVIAL (mesas, antiguas llanuras bien drenadas)	ORT-EL (orto-eluvial en rocas igneas masivas)	PAR-El (para-eluvial en rocas sedimentarias densas)	N-EL (neo-eluvial en sedimentos sueltos)
	TRANS-ELUVIAL (partes superiores de las laderas)	TRANS-ORT-EL (trans-orto-eluvial)	TRANS-PAR-EL (trans-para-eluvial)	TRANS-N-EL (trans-neo-eluvial)
	ELUVIAL-ACUMULATIVO (partes de laderas y cárcavas secas)	ORT-EL-AC (trans-orto-eluvial-acumulativo)	PAR-EL-AC (transpara-eluvial-acumulativo)	N-EL-AC (neoeluvial acumulativo)
	ACUMULATIVO-ELUVIAL (depresiones con capa freátiva profunda)	ORT-AC-EL (orto-acumulativo-eluvial)	PAR-AC-EL (para-acumulativo-eluvial)	N-AC-EL (neo-acumulativo-eluvial)
SUPERACUAL	TRANS-SUPERACUAL (transhidromórfico)	TRNSHIDRORT (trans-orto-hidromórfico)	TRANS-HIDRO-P (para-trans-hidromórfico)	TRANS-HIDRO-N (neo-trans-hidromórfico)
	SUPERACUAL (depresiones con poco drenaje)	HIDRO-ORT (orto-superacual)	HIDRO-P (parasuper-acual)	HIDRO-N (neo-superacual)
SUBACUAL	TRANS-ACUAL (ríos, lagos con flujo)			TRANS-ACUAL
	ACUAL (lagos estancados)			ACUAL

Es de hacer notar que no todos los sistemas de clasificación de unidades de paisaje utilizan los niveles jerárquicos superiores. En los Estados Unidos se utilizó generalmente sólo la unidad básica, la que se describe utilizando aquellos elementos necesarios para su reconocimiento en el campo, con independencia de que sean o no los que de alguna manera explican la existencia y productividad de una comunidad biótica, y sólo recientemente se ha comenzado a trabajar con sistemas jerárquicos (Bailey, 2009).

En general, las distintas clasificaciones son relativamente dependientes de las características de los geosistemas que caracterizan y de la información que de ellos poseen, lo que dificulta la

posibilidad de generar una clasificación de carácter universal que incluya los niveles jerárquicos inferiores:

4.6.1. Depresional

Los Sitios formados en este Distrito se caracterizan por su azonalidad y por su desarrollo sobre materiales alotígenos cuando no se trata de restos vegetales (turberas). Esta doble característica les confiere una relativa homogeneidad, siendo las características del régimen hídrico el factor dominante. Así, los distintos Sitios en relación a su ubicación topográfica dentro de una depresión, serán caracterizados por la altura a la cual aparece la napa freática y/o el tiempo de permanencia de la misma en el perfil. Hay otros factores importantes, sin embargo, que influyen en la generación de ambientes edáficos diversos (Figura 22).

Cabría distinguir en primer lugar las depresiones que funcionan como sistemas endorreicos, de las que lo hacen como sistemas exorreicos. Entre estas cabe distinguir a aquellas zonas áridas, donde los glacis o bajadas aportan materiales relativamente gruesos, arenas o psefitas, que se intercalan con depósitos finos lacustres, según el nivel del agua en el momento de producirse las precipitaciones. En oposición a ello, se tienen las generadas en un ambiente similar a las

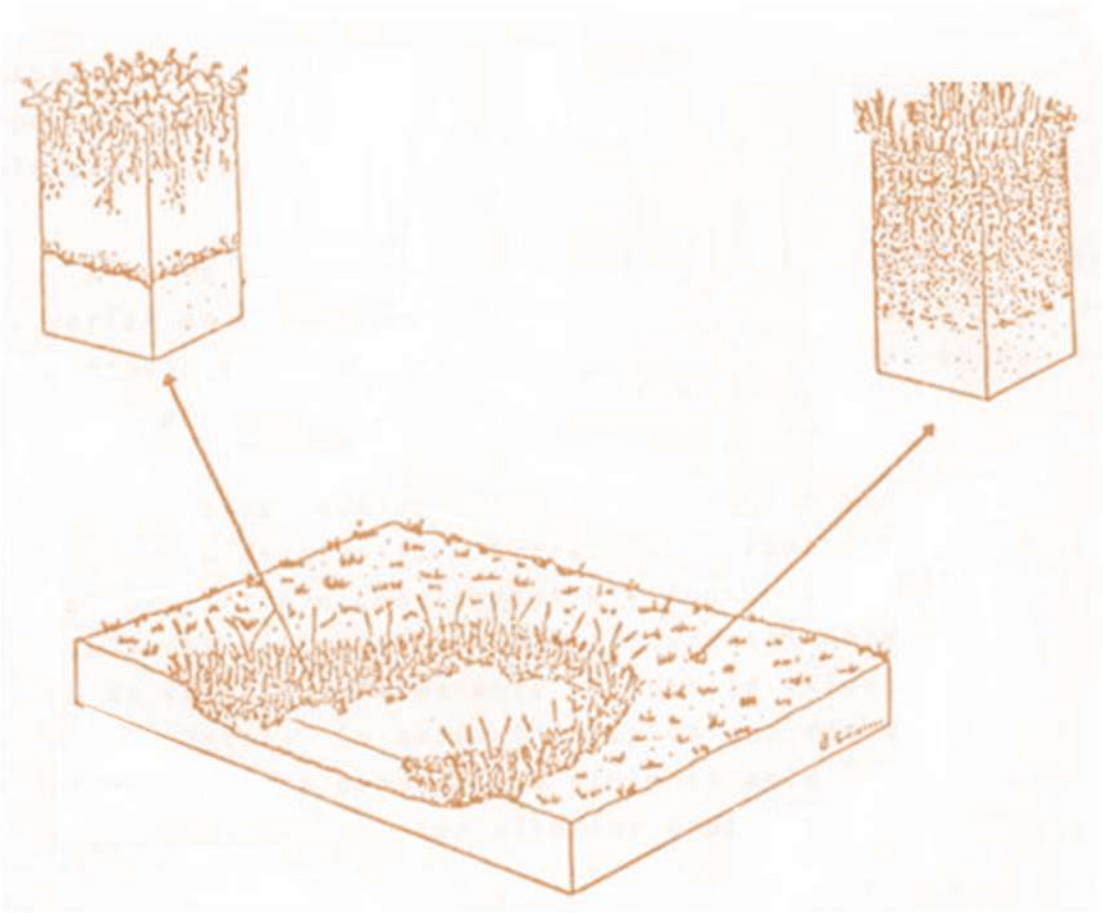


Figura 22. Representación grafica del Distrito Depresional, el perfil de la izquierda representa un suelo recubierto con agua libre y vegetación flotante, y el perfil de la derecha un suelo turboso.

anteriores, pero que no han tenido una larga evolución en condiciones de mayor humedad y por tanto, se pueden haber generado a partir de las sustancias en solución en el escurrimiento hipodérmico y contener una gran proporción de minerales arcillosos, fundamentalmente smectitas sin descartar una mejor clasificación de los aportes por funcionar como cubetas de sedimentación de materiales finos.

Además, mientras los de zonas áridas generan e incrementan aureolas saladas e incluso salares, los segundos pueden tener una tendencia a perder los cloruros más móviles, más o menos lentamente en relación con la textura del *solum*. Dentro de los segundos cabría distinguir las que teniendo un origen endorreico no muy lejano, funcionan actualmente como exorreicas.

La parte superior, el pedimento, suele presentar Sitios a roca desnuda aún con pendientes relativamente suaves. La disección de estas superficies por cambios en el potencial morfogenético, genera relieves ondulados con una mayor diversidad de Sitios. La parte media e inferior de los conos de deyección suele presentar Sitios similares a los glacis de acumulación.

En zonas áridas o costas marinas, se generan campos de dunas. Los tamaños de estas formaciones arenosas varían mucho así como también las pendientes por ellas generadas. Una vez fijadas por la vegetación, sin embargo, la energía del relieve tiende al plano.

4.6.2. Ondulado

Los Sitios de este Distrito se caracterizan en general por tener suelos desarrollados en materiales autígenos o transportados a corta distancia, lo que les confiere una variabilidad acorde al sustrato geológico, además de lo dependientes de la forma y las pendientes de las laderas, así como su exposición. Efectivamente, es a partir de pendientes de más de 14%, en general más del 18%, que la exposición comienza a jugar un rol importante en la biota del Sitio (Figura 23).

Las pendientes relativamente suaves permiten desarrollar suelos suficientemente profundos, como para producirse diferenciación de horizontes no tan intensas como en los sitios del Distrito plano, pero igualmente manifiestas que se intensifican hacia las concavidades cuando presentes generando suelos tan o más diferenciados que los de las planicies por concentración de escorrentía, estos sitios son a su vez los de mayor fragilidad del distrito.

En general, los Sitios presentan una mayor profundidad de suelos hacía la base del Distrito, por lo que se pueden separar estructuras celulares a lo largo de la pendiente, cuyos límites laterales están determinados por la exposición.

Las pendientes concentradoras de aguas, cuando las condiciones climáticas lo permiten, desarrollan en general sitios con un cierto grado de hidromorfismo y una profundidad de regolito sensiblemente mayor.

4.6.3. Serrano

El Distrito Serrano, como relieve autónomo, cumple con las mismas características que los relieves autónomos de colinas, en cuanto a tener una variabilidad de Sitios en relación a los materiales geológicos que lo componen. Presenta, sin embargo, una mayor proporción de suelos superficiales y con una mayor rocosidad. La exposición de la pendiente pasa a tener prominencia en relación a la determinación del Sitio y al Igual que en todos los Distritos autónomos, hacia la base presenta Sitios de suelos más profundos.

La existencia eventual de bandas altitudinales es otra característica de este Distrito, así como Sitios de roca desnuda hacia la cima, debido al predominio de procesos de ablación sobre los de acumulación y transporte. Las formas predominantemente dispersadoras de agua condicionan una cierta homogeneidad de Sitios, dentro de una misma banda altitudinal y para una misma exposición.

Muy comúnmente en este Distrito, los Sitios presentan piedras de gran tamaño, que hubieran sido eliminadas por transporte de ladera en Distritos a pendiente más enérgica como el montañoso.

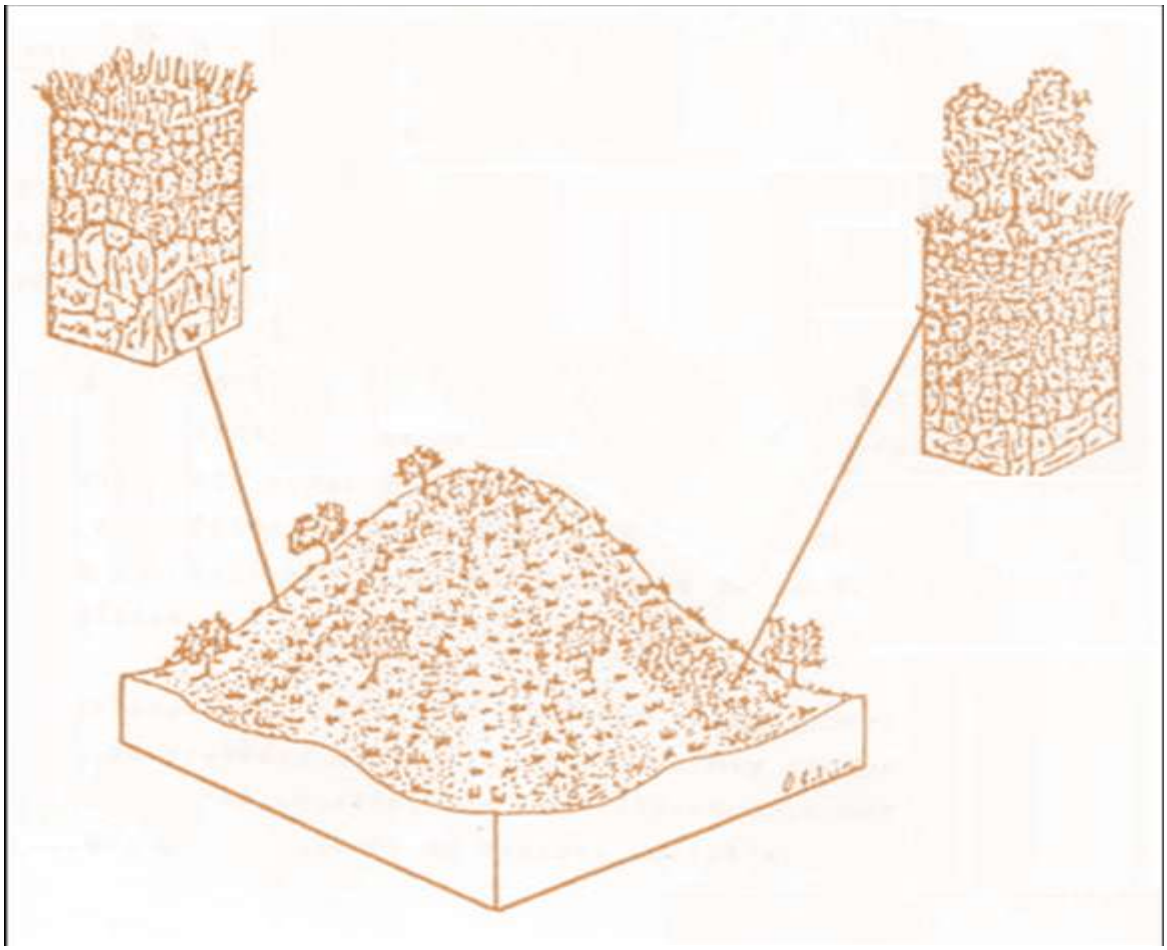


Figura 23. Representación grafica del Distrito Ondulado, los dos perfiles muestran una secuencia

5. DISTRIBUCIÓN DE SITIOS PARA URUGUAY

A efectos de analizar el paisaje y la pendiente en el cual está inserta la Clasificación de Sitios de Uruguay, se agrega al código que caracteriza a las unidades básicas, el código de pendiente, que surge de la clasificación de Distrito agrupado (Tabla 23).

De la combinación de la variable de pendiente; las 6 variables físicas siempre presentes: profundidad, textura, drenaje, hidromorfismo, pH/salinidad y rocosidad/pedregosidad y la variable opcional, se crea un código de 8 letras que identifica a cada uno de las unidades de Sitio para Uruguay:

Sitio = Cod. 1 + Cod. 2 + Cod. 3 + Cod. 4 + Cod. 5 + Cod. 6 + Cod. 7+ Cod. 8

Cod. 1 = Pendiente
Cod. 2 = Profundidad
Cod. 3 =Textura
Cod. 4 = Drenaje
Cod. 5 = Hidromorfismo
Cod. 6 = pH/salinidad
Cod. 7 = Rocosidad/pedregosidad
Cod. 8 = Variable opcional (cuando es pertinente)

A partir del cruce de estas variables surge el Mapa de Sitios para Uruguay usando la variable pendiente, las seis variables físicas y la variable opcional, a partir de lo cual se discriminan 95 Sitios (Tabla 25 y Figura 24).

Tabla 25. Distribución de Sitios.

Sitio	Ocurrencia	Área (ha)	%
CMLRNHM	1	1.119	0,01
CMLRNNM	9	25.458	0,1
CSLENHA	124	27.835	0,2
CSLRNHA	104	95.796	0,5
CSLRNNM	68	73.977	0,4
CSMMNNM	5	824	0,005
CSMRNNA	1	42	0,0002
OMLENHN	210	126.415	0,7
OMLRNHM	30	36.966	0,2
OMLRNNM	444	812.108	4,7
OMMMHNM	30	105.079	0,6
OMMMNNA	14	8.172	0,05
OMMMNNM	11	6.476	0,04
OMMMNNN	22	31.575	0,2
OPLENHN	1	1.890	0,01

(Continuación Tabla 25)

Sitio	Ocurrencia	Área (ha)	%
OPMMHNN	3	13.469	0,1
OPMMNNN	1	1.247	0,01
OPPLNNM	57	5.694	0,03
OPPMNNM	1	316	0,002
OSLENHA	36	4.696	0,03
OSLRNHA	867	243.525	1,4
OSLRNNM	59	48.710	0,3
OSMMNNM	31	3.796	0,02
OSMRNNA	175	825.191	4,7
OSMRNNM	7	22.996	0,1
OSMRNNN	7	17.966	0,1
OSPRNNM	91	27.784	0,2
PMLENHN	62	16.441	0,1
PMLLHNN	3	5.873	0,03
PMLMNNM	198	114.371	0,7
PMLRHNN	44	36.056	0,2
PMLRNHM	115	149.193	0,9
PMLRNHN	76	72.246	0,4
PMLRNNM	2.066	1.790.761	10,3
PMLRNNM-f	10	5.968	0,03
PMLRNNN-p	110	56.641	0,3
PMMMHNM	880	327.539	1,9
PMMMNNA	136	31.639	0,2
PMMMNNM	540	468.338	2,7
PMMMNNN	1.487	757.796	4,3
PMMMNNN-c	179	134.055	0,8
PMMMNNN-f	64	23.385	0,1
PMPLNNN	238	124.645	0,7
PMPMNNN	37	28.559	0,2
PPLENHN	279	198.334	1,1
PPLENNN	14	2.724	0,02
PPLENNN-b	164	84.174	0,5
PPLENNN-s	206	38.170	0,2
PPLLINN	95	83.205	0,5
PPLLTNN	45	41.681	0,2
PPLLTSN	21	10.822	0,1
PPLMHHN	54	38.480	0,2
PPLMHNN	218	254.980	1,5
PPLMHNN-f	10	6.597	0,04
PPLMNNN	324	200.702	1,2

(Continuación Tabla 25)

Sitio	Ocurrencia	Área (ha)	%
PPLRHHN	410	196.322	1,1
PPLRHNN	23	43.021	0,2
PPLRNHM	64	77.224	0,4
PPLRNHN	9	5.639	0,03
PPLRNNN	15	16.870	0,1
PPLRNNN-f	57	15.303	0,1
PPMLHNN	1.707	938.655	5,4
PPMLIAN	720	413.959	2,4
PPMLINN	491	277.599	1,6
PPMLISN	925	299.210	1,7
PPMLNNN	23	58.330	0,3
PPMLTNN	272	118.693	0,7
PPMMHNN	879	581.723	3,3
PPMMINN	108	39.930	0,2
PPMMNNM	168	36.684	0,2
PPMMNNM-c	1.557	351.564	2,0
PPMMNNN	870	284.588	1,6
PPMMNNN-c	581	504.965	2,9
PPMRNHN	26	13.269	0,1
PPMRNNN	224	179.456	1,0
PPMRNNN-c	27	76.986	0,4
PPPLIAN	95	10.072	0,1
PPPLINN	462	409.881	2,3
PPPLNNM	3.636	1.189.700	6,8
PPPLNNN	2.261	957.550	5,5
PPPLTNN	408	340.948	2,0
PPPMNNM	78	82.411	0,5
PPPMNNN	292	211.914	1,2
PPPNPNN	51	31.626	0,2
PPPNPSN	1	27	0,0002
PSLENHA	42	3.135	0,02
PSLRNHA	714	89.840	0,5
PSLRNNM	85	24.070	0,1
PSMMNNM	1.794	483.730	2,8
PSMRNNA	1.875	683.157	3,9
PSMRNNM	132	46.660	0,3
PSMRNNN	7	3.245	0,02
PSPRNNM	2.354	604.855	3,5
DPPNPNN	58	54.866	0,3
DPPNPSN	38	14.427	0,1

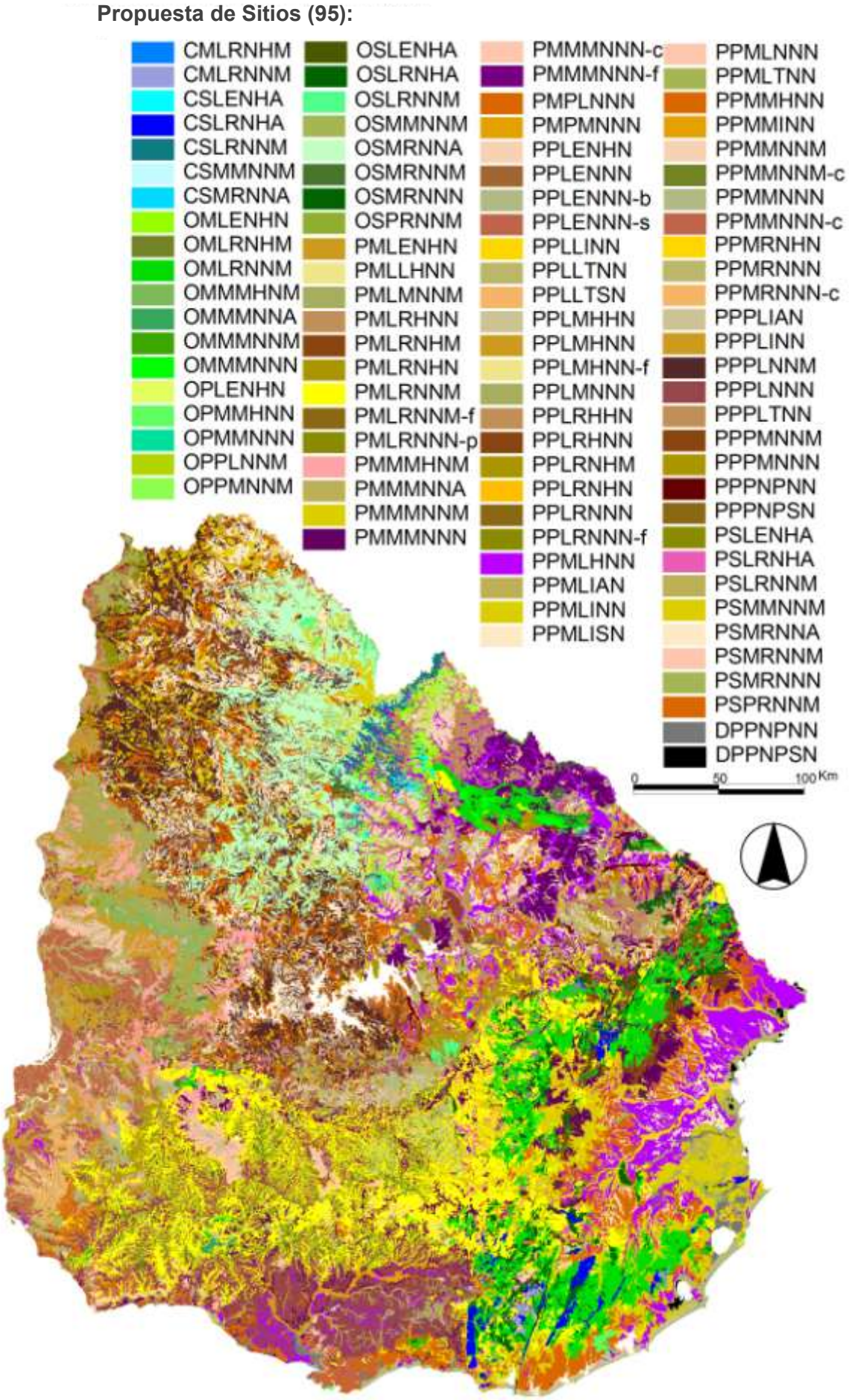


Figura 24. Distribución de Sitios para Uruguay. Autores: D. Panario, O. Gutiérrez (2011).

5.1. DISTRIBUCIÓN DE SITIOS CON VEGETACIÓN POTENCIAL ASOCIADA PARA URUGUAY

Para un abordaje físico-biológico, al código de Sitio (como ya fuera mencionado) se puede incorporar la clave que describe la vegetación potencial de cada uno, permitiendo una mejor descripción y aproximación a la caracterización de las unidades mínimas del paisaje (Tabla 23).

De la combinación de la caracterización de la vegetación potencial, más el código de 8 letras correspondientes al Sitio, compuesto por la variable de pendiente; las 6 variables físicas siempre presentes: profundidad, textura, drenaje, hidromorfismo, pH/salinidad y rocosidad/pedregosidad y la variable opcional, se crea un código que identifica a las unidades de Sitio con vegetación asociada para Uruguay:

Sitio con vegetación potencial asociada =
Cód. vegetación + Cod. 1 + Cod. 2 + Cod. 3 + Cod. 4 + Cod. 5 + Cod. 6 + Cod. 7+ Cod. 8

Cod. vegetación potencial
Cod. 1 = Pendiente
Cod. 2 = Profundidad
Cod. 3 =Textura
Cod. 4 = Drenaje
Cod. 5 = Hidromorfismo
Cod. 6 = pH/salinidad
Cod. 7 = Rocosidad/pedregosidad
Cod. 8 = Variable opcional (cuando es pertinente)

A partir del cruce de estas variables surge el Mapa de Sitios con vegetación potencial asociada para Uruguay, usando la información de vegetación potencial, la variable pendiente, las seis variables físicas y la variable opcional, a partir de lo cual se discriminan 100 unidades (Tabla 26).

Tabla 26. Distribución de Sitios con vegetación potencial asociada (100 unidades)

Sitio con vegetación potencial	Descripción vegetación potencial	Clave	Ocurrencia	Area (ha)	%
ArPMMMNNN-f	Arbustal: pradera con abundantes especies le±osas de bajo porte	Ar	64	23.385	0,1
ArPPLMHNN-f	Arbustal: pradera con abundantes especies le±osas de bajo porte	Ar	10	6.597	0,04
BaDPPNPNN	Ba±ado: ba±ado	Ba	58	54.866	0,3
BaDPPNPSN	Ba±ado: ba±ado	Ba	38	14.427	0,1
Ba-Pa-RiPPPLTNN	Ba±ado-parque-bosque ripario: bosque fluvial con parque perimetral y ba±ado asociado	Ba-Pa-Ri	408	340.948	2,0
BaPPLLTNN	Ba±ado: ba±ado	Ba	45	41.681	0,2
BaPPLLTSN	Ba±ado: ba±ado	Ba	21	10.822	0,1
BaPPMLISN	Ba±ado: ba±ado	Ba	18	5.152	0,03
BaPPMLTNN	Ba±ado: ba±ado	Ba	272	118.693	0,7
BaPPPNPNN	Ba±ado: ba±ado	Ba	51	31.626	0,2
BaPPPNPSN	Ba±ado: ba±ado	Ba	1	27	0,0002
Bo-ArSSLENHA	Bosque-Arbustal: formaciones boscosas con pradera con abundantes especies le±osas de bajo porte perimetral	Bo-Ar	124	27.835	0,2
BoOSLENHA	Bosque: formaciones boscosas	Bo	36	4.696	0,03
BoPSLENHA	Bosque: formaciones boscosas	Bo	42	3.135	0,02
Pa-BoOMLRNNM	Parque: pradera arbolada	Pa-Bo	8	8.095	0,05
Pa-BoOMMMNNA	Parque: pradera arbolada	Pa-Bo	9	2.168	0,01
Pa-BoOSLRNHA	Parque-Bosque: formaciones de bosque con parque perimetral	Pa-Bo	867	243.525	1,4
Pa-BoPMLRNNM	Parque: pradera arbolada	Pa-Bo	714	1.174.368	6,7
Pa-BoPMMMNNA	Parque: pradera arbolada	Pa-Bo	128	30.580	0,2
Pa-BoPSLRNHA	Parque-Bosque: formaciones de bosque con parque perimetral	Pa-Bo	714	89.840	0,5
Pa-BoSSLRNHA	Parque-Bosque: formaciones de bosque con parque perimetral	Pa-Bo	104	95.796	0,5
PaOMLRNNM	Parque: pradera arbolada	Pa	436	804.014	4,6
PaOMMMNNA	Parque: pradera arbolada	Pa	5	6.004	0,03
PaPMLRNNM	Parque: pradera arbolada	Pa	1352	616.394	3,5
PaPMMMNNA	Parque: pradera arbolada	Pa	8	1.060	0,01
PaPMMMNNN-c	Parque: pradera arbolada	Pa	179	134.055	0,8
PaPPLLINN	Parque: pradera arbolada	Pa	95	83.205	0,5
PaPPMLIAN	Parque: pradera arbolada	Pa	720	413.959	2,4
PaPPMMINN	Parque: pradera arbolada	Pa	108	39.930	0,2

(Continuación Tabla 26)

Sitio con vegetación potencial	Descripción vegetación potencial	Clave	Ocurrencia	Area (ha)	%
PaPPMMNNN-c	Parque: pradera arbolada	Pa	581	504.965	2,9
PaPPMRNNN-c	Parque: pradera arbolada	Pa	27	76.986	0,4
Pa-RiPPPLINN	Parque-bosque ripario: bosque fluvial con parque perimetral	Pa-Ri	462	409.881	2,3
PaSMLRNNM	Parque: pradera arbolada	Pa	9	25.458	0,1
PlPPMLINN	Palmar: parque de palmeras	Pl	491	277.599	1,6
Pr-ArSMLRNHM	Pradera-Arbustal: pradera y pradera con abundantes especies le±osas de bajo porte perimetral	Pr-Ar	1	1.119	0,01
Pr-ArSSLRNNM	Pradera-Arbustal: pradera y pradera con abundantes especies le±osas de bajo porte perimetral	Pr-Ar	68	73.977	0,4
Pr-ArSSMRNNA	Pradera-Arbustal: pradera y pradera con abundantes especies le±osas de bajo porte perimetral	Pr-Ar	1	42	0,0002
PrOMLENHN	Pradera: pradera	Pr	210	126.415	0,7
PrOMLRNHM	Pradera: pradera	Pr	30	36.966	0,2
PrOMMMHNM	Pradera: pradera	Pr	30	105.079	0,6
PrOMMMNNM	Pradera: pradera	Pr	11	6.476	0,04
PrOMMMNNN	Pradera: pradera	Pr	22	31.575	0,2
PrOPLENHN	Pradera: pradera	Pr	1	1.890	0,01
PrOPMMHNN	Pradera: pradera	Pr	3	13.469	0,1
PrOPMMNNN	Pradera: pradera	Pr	1	1.247	0,01
PrOPPLNNM	Pradera: pradera	Pr	57	5.694	0,03
PrOPPMNNM	Pradera: pradera	Pr	1	316	0,002
PrOSLRNNM	Pradera: pradera	Pr	59	48.710	0,3
PrOSMMNNM	Pradera: pradera	Pr	31	3.796	0,02
PrOSMRNNA	Pradera: pradera	Pr	175	825.191	4,7
PrOSMRNNM	Pradera: pradera	Pr	7	22.996	0,1
PrOSMRNNN	Pradera: pradera	Pr	7	17.966	0,1
PrOSPRNNM	Pradera: pradera	Pr	91	27.784	0,2
PrPMLENHN	Pradera: pradera	Pr	62	16.441	0,1
PrPMLLHNN	Pradera: pradera	Pr	3	5.873	0,03
PrPMLMNNM	Pradera: pradera	Pr	198	114.371	0,7
PrPMLRHNN	Pradera: pradera	Pr	44	36.056	0,2
PrPMLRNHM	Pradera: pradera	Pr	115	149.193	0,9
PrPMLRNHN	Pradera: pradera	Pr	76	72.246	0,4
PrPMLRNNM-f	Pradera: pradera	Pr	10	5.968	0,03
PrPMLRNNN-p	Pradera: pradera	Pr	110	56.641	0,3

(Continuación Tabla 26)

Sitio con vegetación potencial	Descripción vegetación potencial	Clave	Ocurrencia	Area (ha)	%
PrPMMMHNM	Pradera: pradera	Pr	880	327.539	1,9
PrPMMMNNM	Pradera: pradera	Pr	540	468.338	2,7
PrPMMMNNN	Pradera: pradera	Pr	1487	757.796	4,3
PrPMPLNNN	Pradera: pradera	Pr	238	124.645	0,7
PrPMPMNNN	Pradera: pradera	Pr	37	28.559	0,2
PrPPLENHN	Pradera: pradera	Pr	279	198.334	1,1
PrPPLENNN	Pradera: pradera	Pr	14	2.724	0,02
PrPPLENNN-b	Pradera-Bosque: pradera y bosque	Pr-Bo	164	84.174	0,5
PrPPLENNN-s	Pradera: pradera	Pr	206	38.170	0,2
PrPPLMHHN	Pradera: pradera	Pr	54	38.480	0,2
PrPPLMHNN	Pradera: pradera	Pr	218	254.980	1,5
PrPPLMNNN	Pradera: pradera	Pr	324	200.702	1,2
PrPPLRHHN	Pradera: pradera	Pr	410	196.322	1,1
PrPPLRHNN	Pradera: pradera	Pr	23	43.021	0,2
PrPPLRNHM	Pradera: pradera	Pr	64	77.224	0,4
PrPPLRNHN	Pradera: pradera	Pr	9	5.639	0,03
PrPPLRNNN	Pradera: pradera	Pr	15	16.870	0,1
PrPPLRNNN-f	Pradera: pradera	Pr	57	15.303	0,1
PrPPMLHNN	Pradera: pradera	Pr	1707	938.655	5,4
PrPPMLISN	Pradera: pradera	Pr	907	294.059	1,7
PrPPMLNNN	Pradera: pradera	Pr	23	58.330	0,3
PrPPMMHNN	Pradera: pradera	Pr	879	581.723	3,3
PrPPMMNNM	Pradera: pradera	Pr	168	36.684	0,2
PrPPMMNNM-c	Pradera: pradera	Pr	1557	351.564	2,0
PrPPMMNNN	Pradera: pradera	Pr	870	284.588	1,6
PrPPMRNHN	Pradera: pradera	Pr	26	13.269	0,1
PrPPMRNNN	Pradera: pradera	Pr	224	179.456	1,0
PrPPPLIAN	Pradera: pradera	Pr	95	10.072	0,1
PrPPPLNNM	Pradera: pradera	Pr	3636	1.189.700	6,8
PrPPPLNNN	Pradera: pradera	Pr	2261	957.550	5,5
PrPPPMNNM	Pradera: pradera	Pr	78	82.411	0,5
PrPPPMNNN	Pradera: pradera	Pr	292	211.914	1,2
PrPSLRNNM	Pradera: pradera	Pr	85	24.070	0,1
PrPSMMNNM	Pradera: pradera	Pr	1794	483.730	2,8
PrPSMRNNA	Pradera: pradera	Pr	1875	683.157	3,9
PrPSMRNNM	Pradera: pradera	Pr	132	46.660	0,3
PrPSMRNNN	Pradera: pradera	Pr	7	3.245	0,02
PrPSPRNNM	Pradera: pradera	Pr	2354	604.855	3,5
PrSSMMNNM	Pradera: pradera	Pr	5	824	0,005

5.1.1. Ambiente arbustal

La distribución de la **vegetación potencial de arbustal** (Figura 25) se corresponde al 0,14% (29.982 ha) de la superficie total de los Sitios para Uruguay. En el mapa conceptual se explicitan las vinculaciones con la pendiente y las propiedades físicas de los Sitios en los cuales se desarrolla (Figura 26).

Ambiente: ArPMMMNNN-f
Comprende formaciones vegetales de arbustal, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro, rocosidad baja-nula y de fertilidad extremadamente baja.

Ambiente: ArPPLMHNN-f
Comprende formaciones vegetales de arbustal, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje moderado, hidromórfico, de pH neutro, rocosidad baja-nula y de fertilidad extremadamente baja.

AMBIENTE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE DEL AMBIENTE EN RELACIÓN AL ARBUSTAL (%)
ArPMMMNNN-f	23385	78
ArPPLMHNN-f	6597	22
TOTAL	29982	100

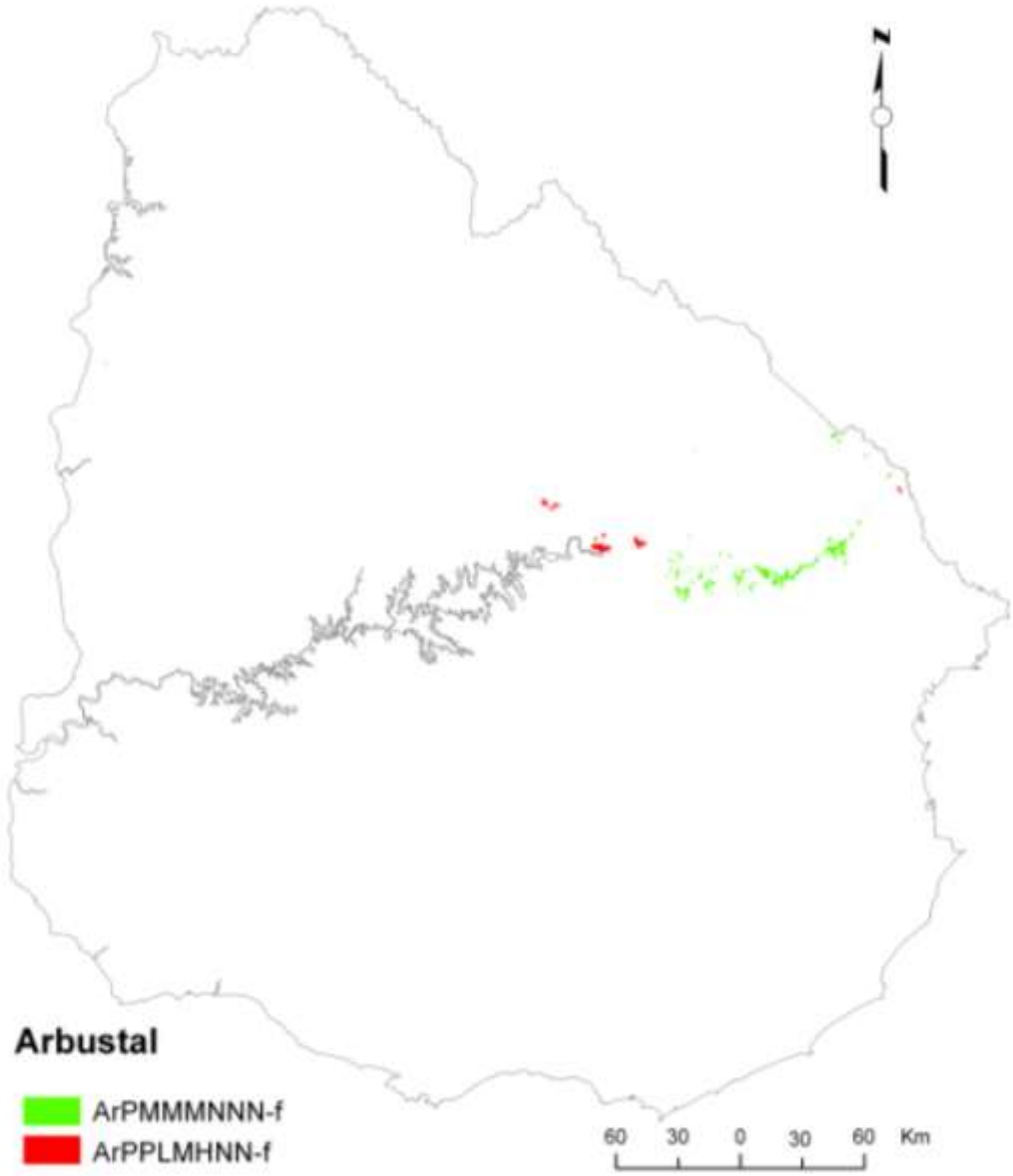


Figura 25. Distribución espacial de la vegetación potencial de arbustal, y los Sitios a los que se asocia.

Figura 26. Mapa conceptual de la vegetación potencial de arbustal, y los Sitios a los que se asocia.

5.1.2. Ambiente bañado

La distribución de la **vegetación potencial de bañado** (Figura 27) se corresponde al 3,6% (618.242 ha) de la superficie total de los Sitios para Uruguay. En el mapa conceptual se explicitan las vinculaciones con la pendiente y las propiedades físicas de los Sitios en los cuales se desarrolla (Figura 28).

Ambiente: Ba-Pa-RiPPPLTNN
Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje lento, temporalmente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: BaDPPNPNN
Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de depresión con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje nulo, permanentemente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: BaDPPNPSN
Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de depresión con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje nulo, permanentemente inundado, de pH salino y rocosidad baja-nula.

Ambiente: BaPPLLTNN
Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje lento, temporalmente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula

Ambiente: BaPPLLTSN
Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje lento, temporalmente inundado, de pH salino y rocosidad baja-nula.

Ambiente: BaPPMLISN
Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje lento, intermitentemente inundado, de pH salino y rocosidad baja-nula.

Ambiente: BaPPMLTNN
Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje lento, temporalmente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: BaPPPNPNN
Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje nulo, permanentemente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: BaPPPNPSN

Comprende formaciones vegetales de bañado, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje nulo, permanentemente inundado, de pH salino y rocosidad baja-nula.

AMBIENTE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE DEL AMBIENTE EN RELACIÓN AL BAÑADO (%)
Ba-Pa-RiPPPLTNN	340948	55
BaDPPNPNN	54866	9
BaDPPNPSN	14427	2
BaPPLLTNN	41681	7
BaPPLLTSN	10822	2
BaPPMLISN	5152	1
BaPPMLTNN	118693	19
BaPPPNPNN	31626	5
BaPPPNPSN	27	0
TOTAL	618242	100

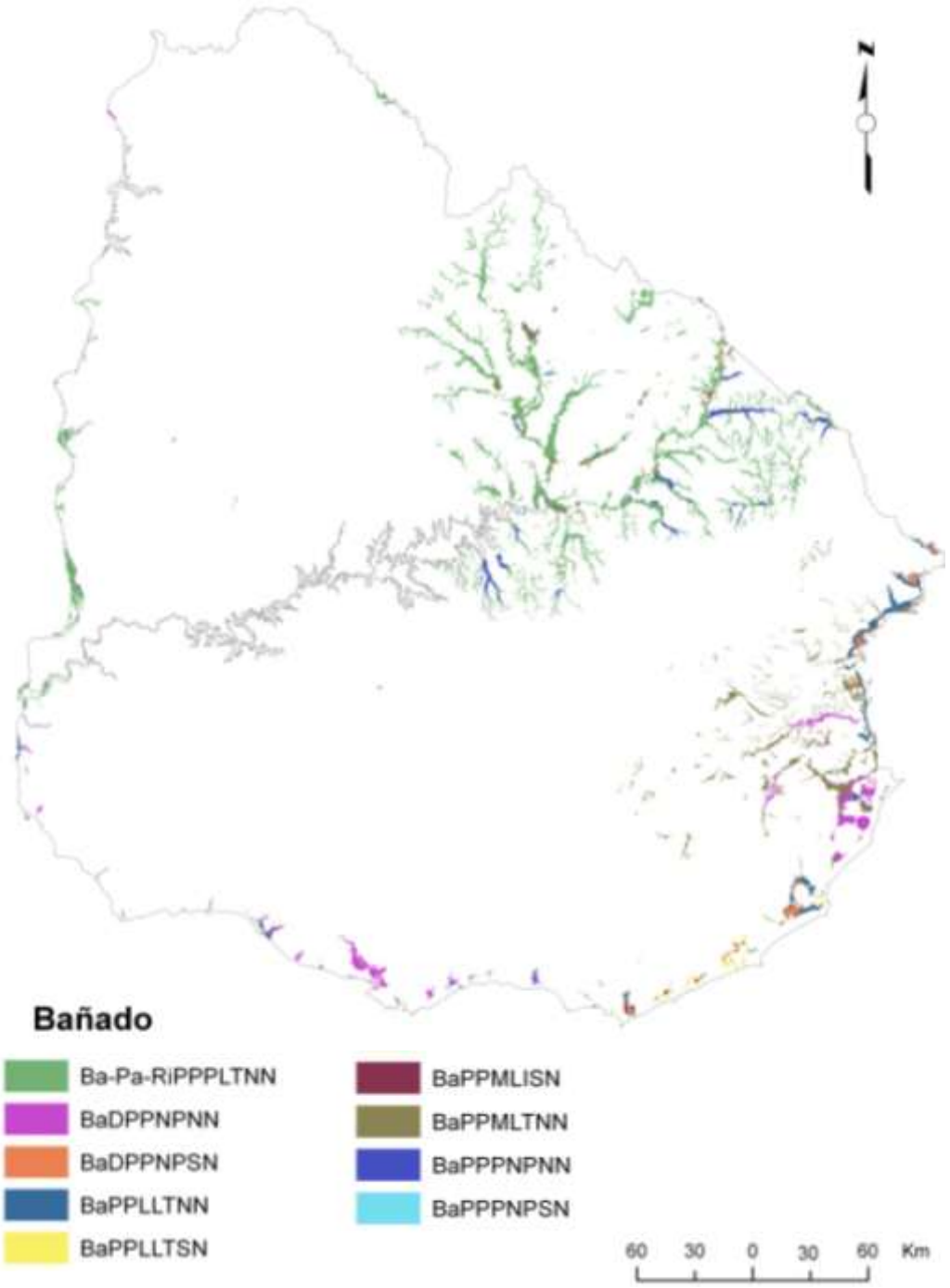


Figura 27. Distribución espacial de la vegetación potencial de bañado, y los Sitios a los que se asocia.

Figura 28. Mapa conceptual de la vegetación potencial de bañado, y los Sitios a los que se asocia.

5.1.3. Ambiente bosque

La distribución de la **vegetación potencial de bosque** (Figura 29) se corresponde al 0,25% (35.666 ha) de la superficie total de los Sitios para Uruguay. En el mapa conceptual se explicitan las vinculaciones con la pendiente y las propiedades físicas de los Sitios en los cuales se desarrolla (Figura 30).

Ambiente: Bo-ArSSLENHA
Comprende formaciones vegetales de bosque, que se desarrollan sobre relieve de serrano con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad alta.

Ambiente: BoOSLENHA
Comprende formaciones vegetales de bosque, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad alta.

Ambiente: BoPSLENHA
Comprende formaciones vegetales de bosque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad alta

AMBIENTE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE DEL AMBIENTE EN RELACIÓN AL BOSQUE (%)
Bo-ArSSLENHA	27835	78
BoOSLENHA	4696	13
BoPSLENHA	3135	9
TOTAL	35666	100

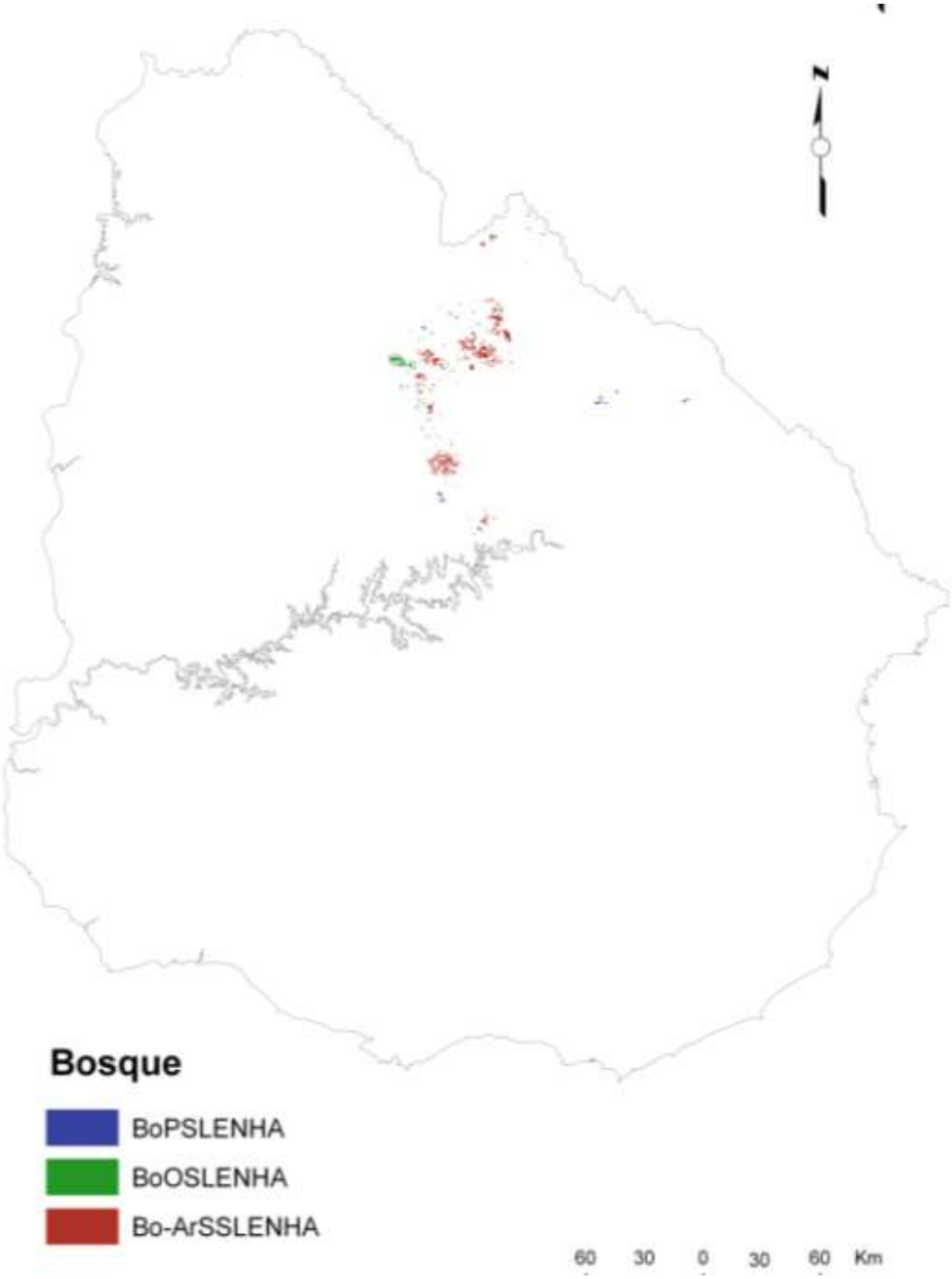


Figura 29. Distribución espacial de la vegetación potencial de bosque, y los Sitios a los que se asocia.

Figura 30. Mapa conceptual de la vegetación potencial de bosque, y los Sitios a los que se asocia.

5.1.4. Ambiente parque

La distribución de la **vegetación potencial de parque** (Figura 31) se corresponde al 27,1% (476.028 ha) de la superficie total de los Sitios para Uruguay. En el mapa conceptual se explicitan las vinculaciones con la pendiente y las propiedades físicas de los Sitios en los cuales se desarrolla (Figura 32).

Ambiente: Pa-BoOMLRNNM
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: Pa-BoOMMMNNA
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad alta.

Ambiente: Pa-BoOSLRNHA
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad alta.

Ambiente: Pa-BoPMLRNNM
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: Pa-BoPMMMNNA
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad alta.

Ambiente: Pa-BoPSLRNHA
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad alta.

Ambiente: Pa-BoSSLRNHA
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de serrano con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad alta.

Ambiente: Pa-RiPPPLINN
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje lento, intermitentemente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PaOMLRNNM
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PaOMMMNNA
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad alta.

Ambiente: PaPMLRNNM
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PaPMMMNNA
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad alta.

Ambiente: PaPMMMNNN-c
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura media calcimórficos, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PaPPLLINN
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje lento, intermitentemente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PaPPMLIAN
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje moderado, intermitentemente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PaPPMMINN
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje moderado, intermitentemente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PaPPMMNNN-c
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media calcimórficos, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PaPPMRNNN-c
Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media calcimórficos, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PaSMLRNNM

Comprende formaciones vegetales de parque, que se desarrollan sobre relieve de serrano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

AMBIENTE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE DEL AMBIENTE EN RELACIÓN AL PARQUE (%)
Pa-BoOMLRNNM	8095	0
Pa-BoOMMMNNA	2168	0
Pa-BoOSLRNHA	243525	5
Pa-BoPMLRNNM	1174368	25
Pa-BoPMMMNNA	30580	1
Pa-BoPSLRNHA	89840	2
Pa-BoSSLRNHA	95796	2
Pa-RiPPPLINN	409881	9
PaOMLRNNM	804014	17
PaOMMMNNA	6004	0
PaPMLRNNM	616394	13
PaPMMMNNA	1060	0
PaPMMMNNN-c	134055	3
PaPPLLINN	83205	2
PaPPMLIAN	413959	9
PaPPMMINN	39930	1
PaPPMMNNN-c	504965	11
PaPPMRNNN-c	76986	2
PaSMLRNNM	25458	1
TOTAL	4760279	100

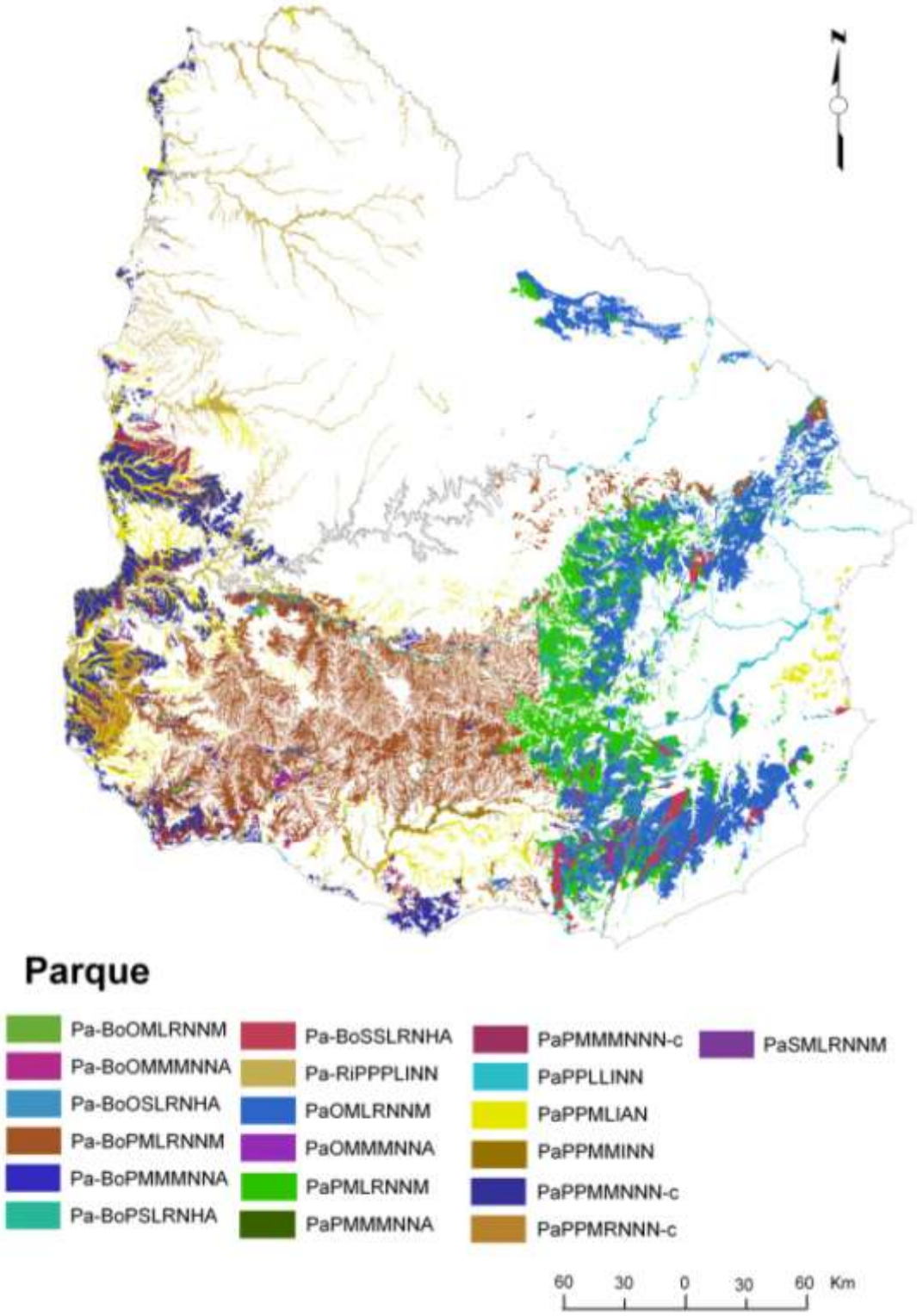


Figura 31. Distribución espacial de la vegetación potencial de parque, y los Sitios a los que se asocia.

Figura 32. Mapa conceptual de la vegetación potencial de parque, y los Sitios a los que se asocia.

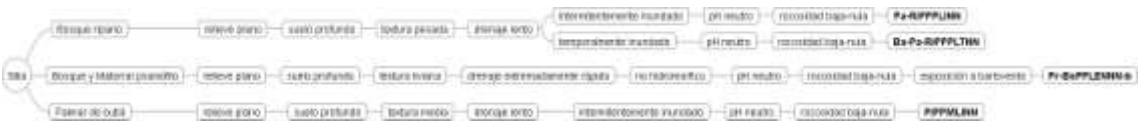


Figura 33. Mapa conceptual de la vegetación potencial de palmar, bosque ripario, y bosque y matorral psamófilo, y los Sitios a los que se asocia.

5.1.5. Ambiente palmar

La distribución de la **vegetación potencial de palmar** (Figura 34) se corresponde al 1,6% (277.599 ha) de la superficie total de los Sitios para Uruguay. En el mapa conceptual se explicitan las vinculaciones con la pendiente y las propiedades físicas de los Sitios en los cuales se desarrolla (Figura 33).

Ambiente: PIPPMLINN
Comprende formaciones vegetales de palmar, que se desarrollan sobre relieve de plano consuelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje lento, intermitentemente inundado, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

AMBIENTE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE DEL AMBIENTE EN RELACIÓN AL PALMAR (%)
PIPPMLINN	277599	100
TOTAL	277599	100

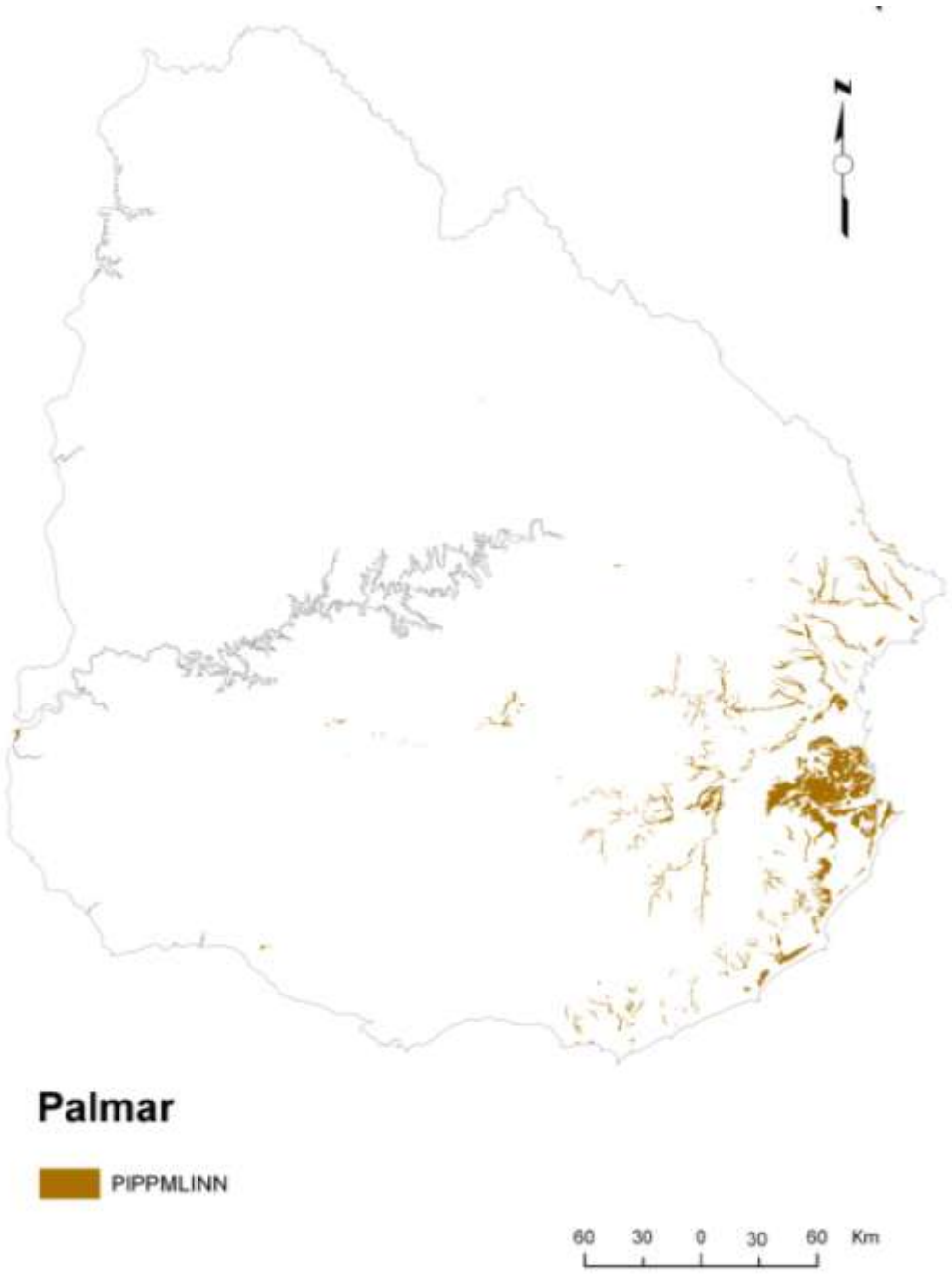


Figura 34. Distribución espacial de la vegetación potencial de palmar, y los Sitios a los que se asocia.

5.1.6. Ambiente pradera

La distribución de la **vegetación potencial de pradera** (Figura 35, Figura 36, Figura 37) se corresponde al 67,2% (11.722.833 ha) de la superficie total de los Sitios para Uruguay. En el mapa conceptual se explicitan las vinculaciones con la pendiente y las propiedades físicas de los Sitios en los cuales se desarrolla (Figura 38).

5.1.6.1. *Pradera de relieve plano*

Ambiente: PrPMLENHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPMLLHNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje lento, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPMLMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrPMLRHNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPMLRNHM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad media.

Ambiente: PrPMLRNHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPMLRNNM-f
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro, rocosidad media y de fertilidad extremadamente baja.

Ambiente: PrPMLRNNN-p
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura liviana, pedregosos, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPMMMHNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrPMMMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrPMMMNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPMPLNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura pesada, drenaje lento, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPMPMNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad media, de textura pesada, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLENHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLENNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLENNN-b
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH neutro, rocosidad baja-nula y con exposición a barlovento.

Ambiente: PrPPLENNN-s
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH neutro, rocosidad baja-nula y con exposición a sotavento.

Ambiente: PrPPLMHHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje moderado, hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLMHNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje moderado, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLMNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje moderado, no hidromórfico, de pHneutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLRHHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje rápido, hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLRHNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje rápido, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLRNHM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad media.

Ambiente: PrPPLRNHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLRNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPLRNNN-f
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro, rocosidad baja-nula y de fertilidad extremadamente baja.

Ambiente:PrPPMLHNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje lento, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPMLISN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje lento, intermitentemente inundado, de pH salino y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPMLNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje lento, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPMMHNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje moderado, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPMMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrPPMMNNM-c
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media calcimórficos, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrPPMMNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPMRNHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPMRNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrPPPLIAN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje lento, intermitentemente inundado, de pH alcalino y rocosidad baja-nula.

Ambiente:PrPPPLNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje lento, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente:PrPPPLNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje lento, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente:PrPPPMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente:PrPPPMNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente:PrPSLRNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente:PrPSMMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente:PrPSMRNNA
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad alta.

Ambiente:PrPSMRNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente:PrPSMRNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente:PrPSPRNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de plano con suelos de profundidad superficiales, de textura pesada, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

AMBIENTE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE DEL AMBIENTE EN RELACIÓN A PRADERA DE RELIEVE PLANO (%)
PrPMLENHN	16441	0,2
PrPMLLHNN	5873	0,1
PrPMLMNNM	114371	1,1
PrPMLRHNN	36056	0,3
PrPMLRNHM	149193	1,4
PrPMLRNHN	72246	0,7
PrPMLRNNM-f	5968	0,1
PrPMLRNNN-p	56641	0,5
PrPMMMHNM	327539	3,2
PrPMMMNNM	468338	4,5
PrPMMMNNN	757796	7,3
PrPMPLNNN	124645	1,2
PrPMPMNNN	28559	0,3
PrPPLENHN	198334	1,9
PrPPLENNN	2724	0,0
PrPPLENNN-b	84174	0,8
PrPPLENNN-s	38170	0,4
PrPPLMHHN	38480	0,4
PrPPLMHNN	254980	2,5
PrPPLMNNN	200702	1,9
PrPPLRHHN	196322	1,9
PrPPLRHNN	43021	0,4
PrPPLRNHM	77224	0,7
PrPPLRNHN	5639	0,1
PrPPLRNNN	16870	0,2
PrPPLRNNN-f	15303	0,1
PrPPMLHNN	938655	9,1
PrPPMLISN	294059	2,8
PrPPMLNNN	58330	0,6
PrPPMMHNN	581723	5,6
PrPPMMNNM	36684	0,4
PrPPMMNNM-c	351564	3,4
PrPPMMNNN	284588	2,7
PrPPMRNHN	13269	0,1
PrPPMRNNN	179456	1,7
PrPPPLIAN	10072	0,1
PrPPPLNNM	1189700	11,5
PrPPPLNNN	957550	9,2
PrPPPMNNM	82411	0,8
PrPPPMNNN	211914	2,0
PrPSLRNNM	24070	0,2
PrPSMMNNM	483730	4,7
PrPSMRNNA	683157	6,6
PrPSMRNNM	46660	0,4
PrPSMRNNN	3245	0,0
PrPSPRNNM	604855	5,8
TOTAL	10371301	100

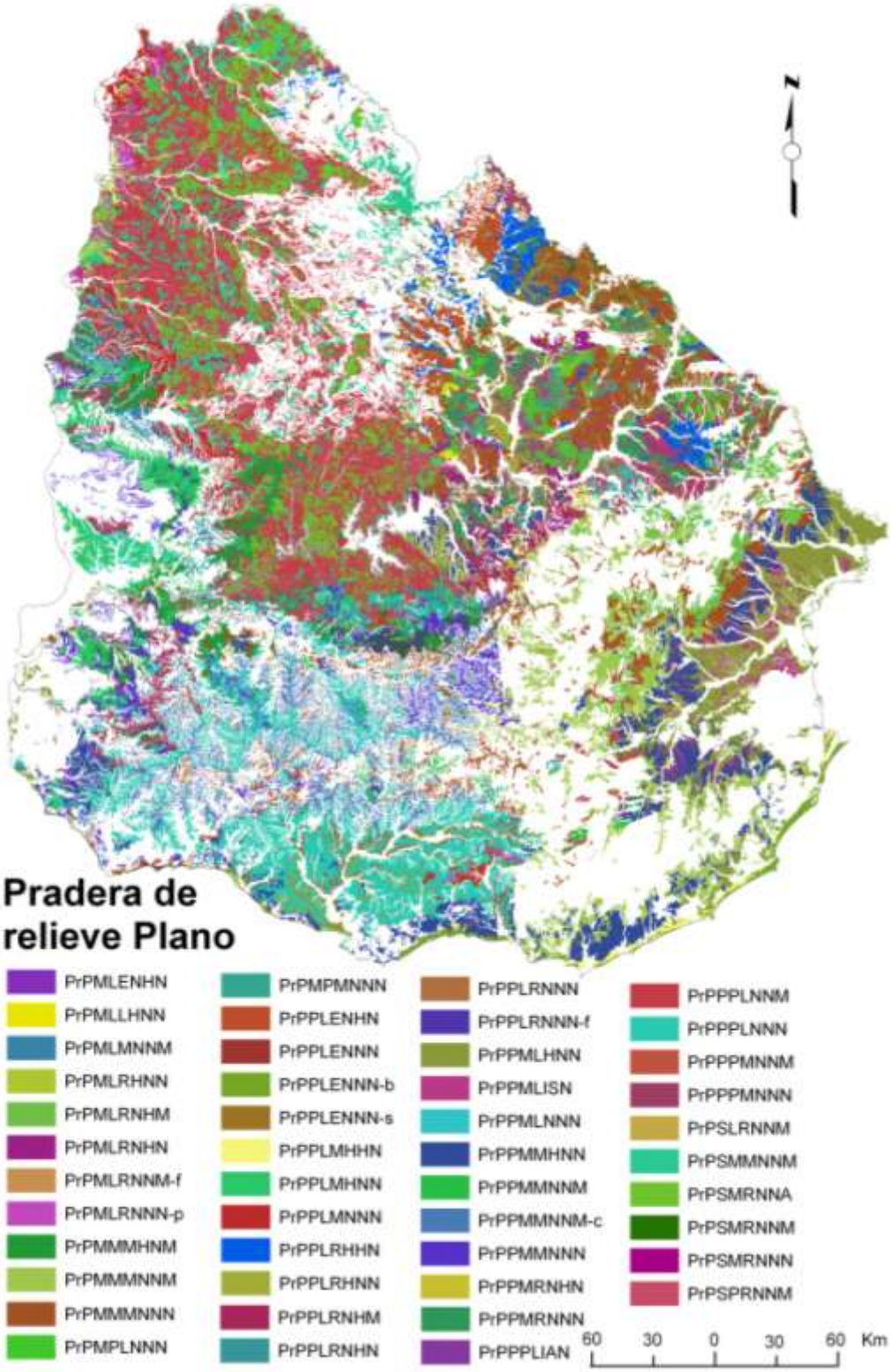


Figura 35. Distribución espacial de la vegetación potencial de pradera de relieve plano, y los Sitios a los que se asocia.

5.1.6.2. *Pradera de relieve ondulado*

Ambiente: PrOMLENHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrOMLRNHM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad media.

Ambiente: PrOMMMHNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrOMMMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrOMMMNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad media, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrOPLENHN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad profundos, de textura liviana, drenaje extremadamente rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrOPMMHNN
comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje moderado, hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrOPMMNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad profundos, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrOPPLNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje lento, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrOPPMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad profundos, de textura pesada, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrOSLRNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrOSMMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrOSMRNNA
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad alta.

Ambiente: PrOSMRNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: PrOSMRNNN
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad baja-nula.

Ambiente: PrOSPRNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de ondulado con suelos de profundidad superficiales, de textura pesada, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

AMBIENTE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE DEL AMBIENTE EN RELACIÓN A PRADERA DE RELIEVE ONDULADO (%)
PrOMLENHN	126415	9,9
PrOMLRNHM	36966	2,9
PrOMMMHNM	105079	8,2
PrOMMMNNM	6476	0,5
PrOMMMNNN	31575	2,5
PrOPLENHN	1890	0,1
PrOPMMHNN	13469	1,1
PrOPMMNNN	1247	0,1
PrOPPLNNM	5694	0,4
PrOPPMNNM	316	0,0
PrOSLRNNM	48710	3,8
PrOSMMNNM	3796	0,3
PrOSMRNNA	825191	64,7
PrOSMRNNM	22996	1,8
PrOSMRNNN	17966	1,4
PrOSPRNNM	27784	2,2
TOTAL	1275569	100

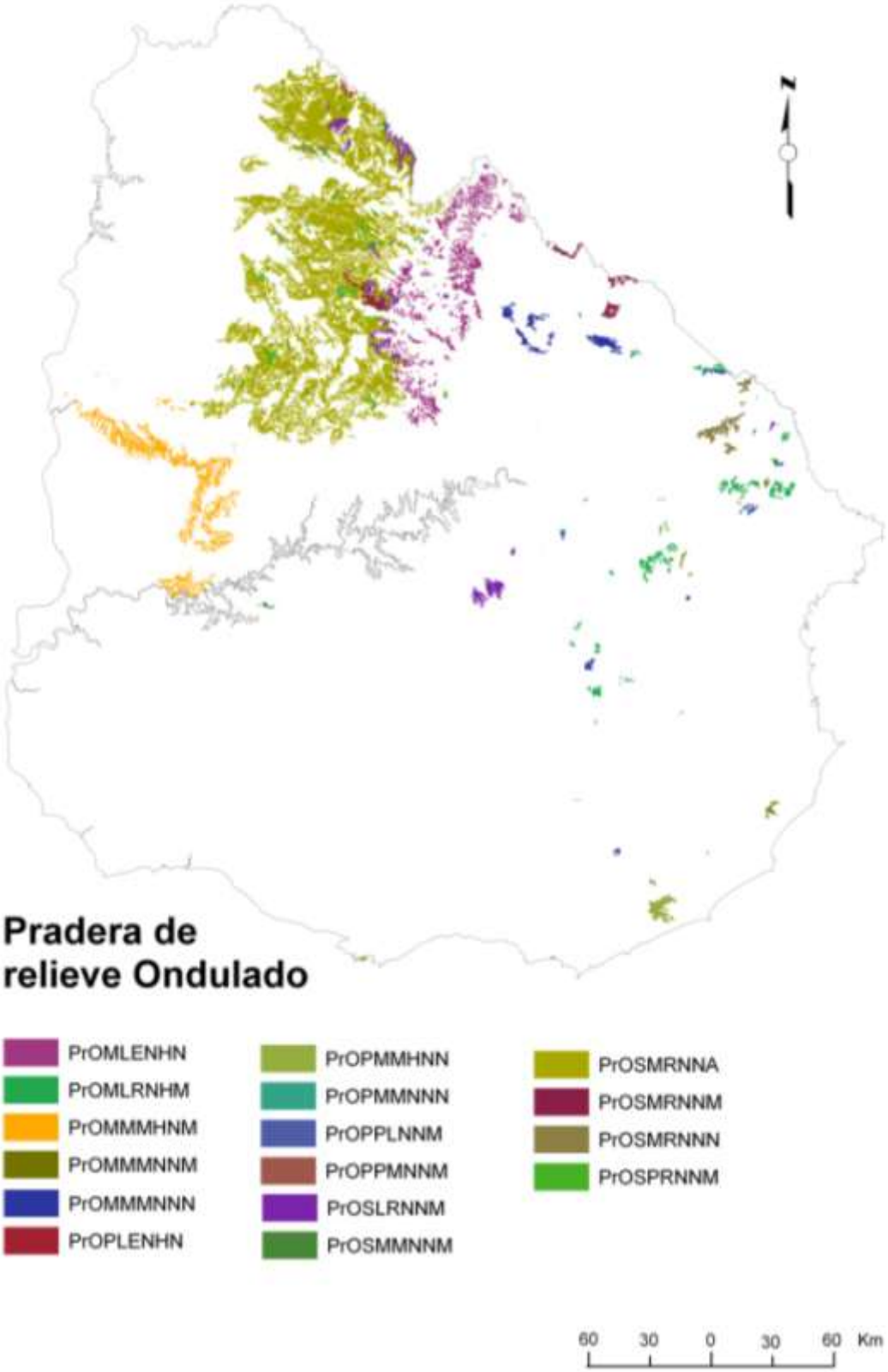


Figura 36. Distribución espacial de la vegetación potencial de pradera de relieve ondulado, y los Sitios a los que se asocia.

5.1.6.3. *Pradera de relieve serrano*

Ambiente: Pr-ArSMLRNHM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de serrano con suelos de profundidad media, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH muy ácido y rocosidad media.

Ambiente: Pr-ArSSLRNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de serrano con suelos de profundidad superficiales, de textura liviana, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

Ambiente: Pr-ArSSMRNNA
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de serrano con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje rápido, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad alta.

Ambiente: PrSSMMNNM
Comprende formaciones vegetales de pradera, que se desarrollan sobre relieve de serrano con suelos de profundidad superficiales, de textura media, drenaje moderado, no hidromórfico, de pH neutro y rocosidad media.

AMBIENTE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE DEL AMBIENTE EN RELACIÓN A PRADERA DE RELIEVE SERRANO (%)
Pr-ArSMLRNHM	1119	1,5
Pr-ArSSLRNNM	73977	97,4
Pr-ArSSMRNNA	42	0,1
PrSSMMNNM	824	1,1
TOTAL	75962	100

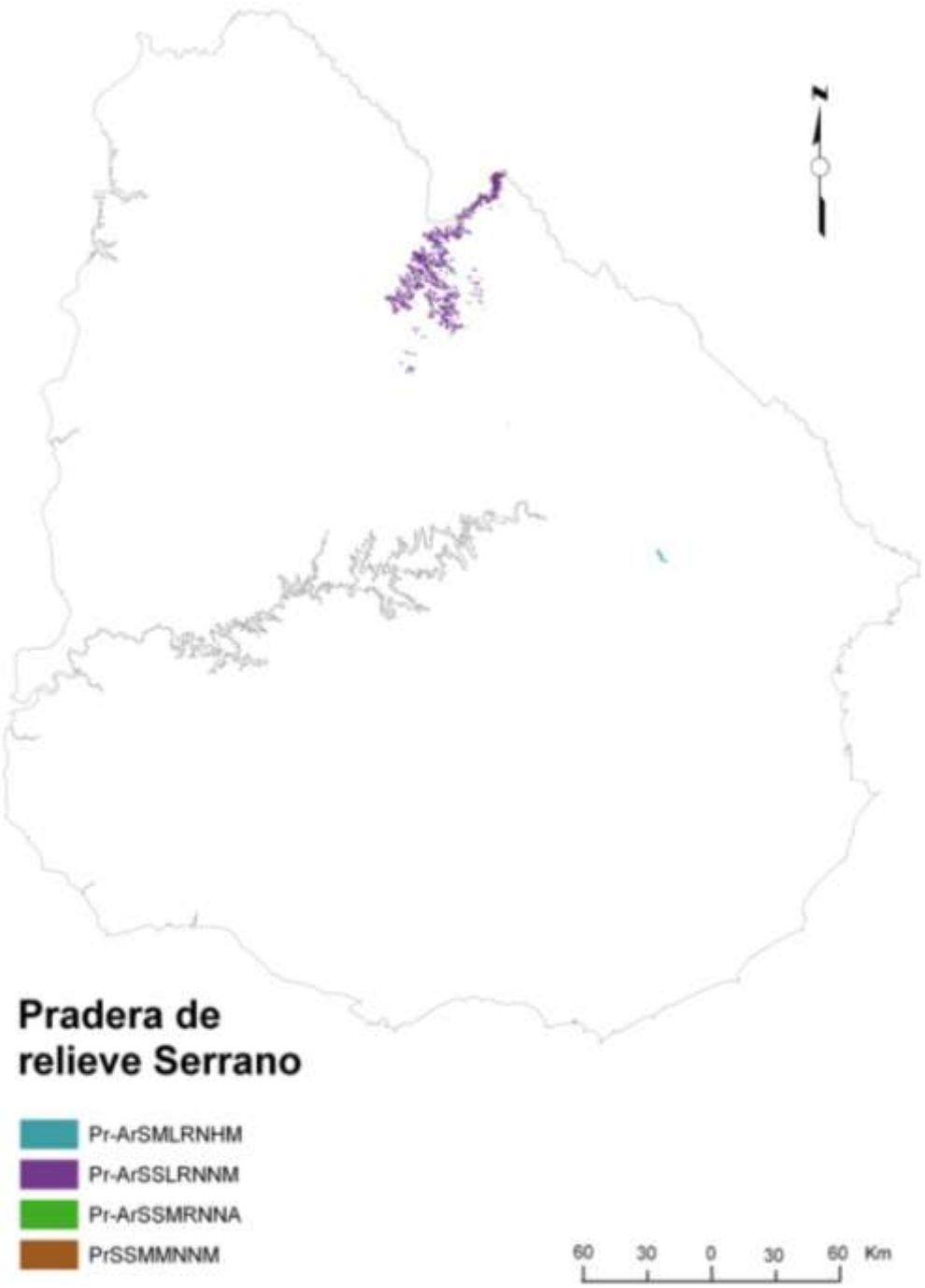


Figura 37. Distribución espacial de la vegetación potencial de pradera de relieve serrano, y los Sitios a los que se asocia.

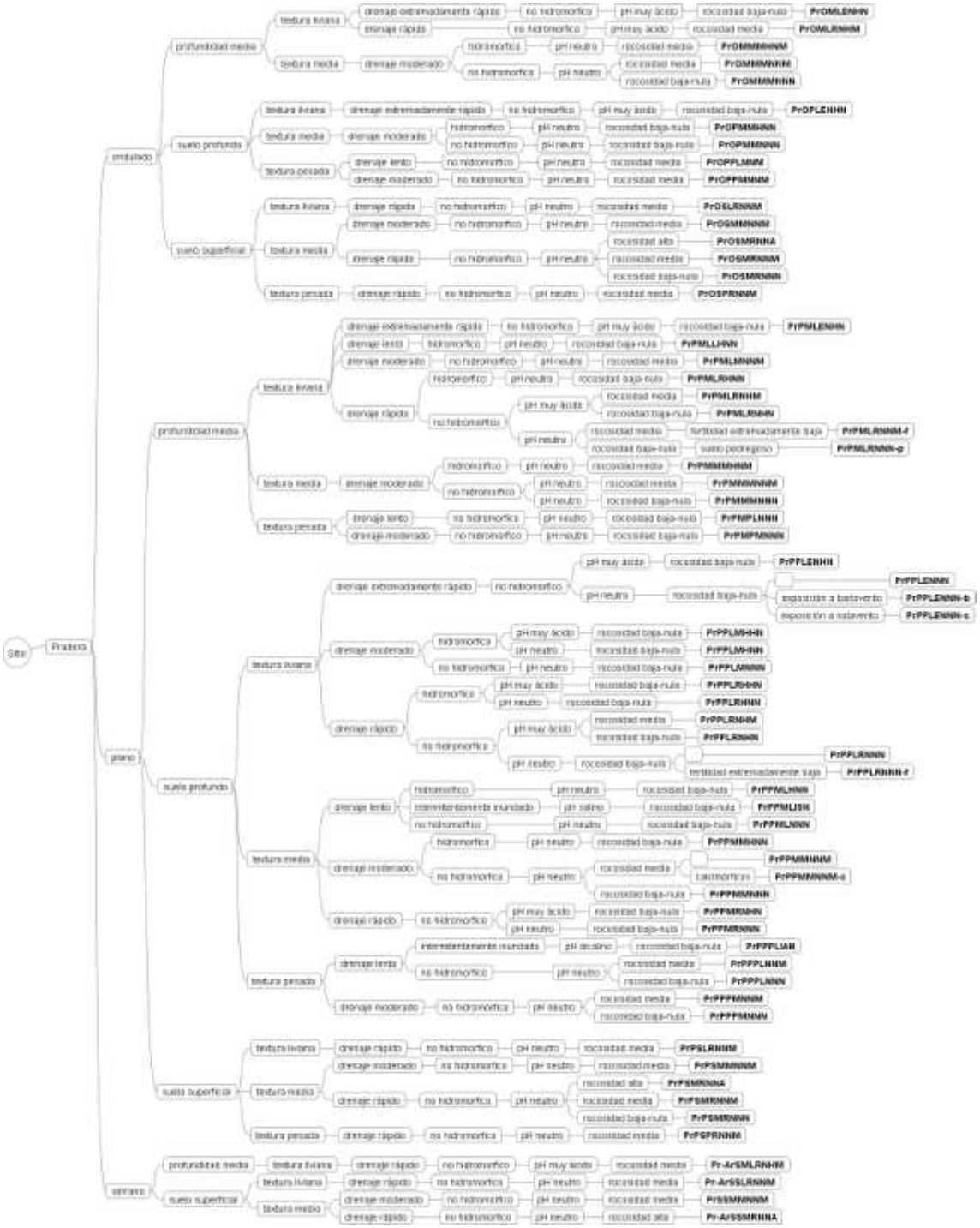


Figura 38. Mapa conceptual de la vegetación potencial de pradera, y los Sitios a los que se asocia.

6. LAS UNIDADES MAYORES DE LA CLASIFICACIÓN DE PAISAJE

6.1. PROVINCIA

La distribución de las especies en un territorio se asocia, como se ha mencionado, a diferentes factores vinculados al medio físico que pueden explicarse por factores edáficos y/o geomórficos a ciertas escalas, y por factores climáticos o microclimáticos o otras (Montes *et al.*, 1998), además de por factores vinculados a herencias paleoclimáticas, y finalmente, a la existencia de ciertos corredores ecológicos como pueden ser las cuencas hidrográficas de gran magnitud que cruzan diferentes provincias bioclimáticas.

A escala regional la provincia es correctamente descrita con la caracterización climática de Köppen-Geiger (Peel *et al.*, 2007) disponible para todo el mundo, siendo la más utilizada en las clasificaciones jerárquicas de grandes regiones (Figura 39). Aunque entre distintos puntos del país es posible observar diferencias en los parámetros climáticos, estas no son de magnitud suficiente como para distinguir diferentes tipos de clima, y de acuerdo a clasificaciones clásicas como la de Köppen, a todo el territorio continental del Uruguay le corresponde la clasificación climática de **Cfa**, según Bidegain y Caffera (1997): 1) Clima templado, moderado y lluvioso (temperatura del más frío entre -3º y 18 ºC): "tipo C"; 2) Clima de temperie húmeda (la lluvia es irregular, condiciones intermedias entre el *w* y el *s* de Köppen): "tipo f"; 3) Variedad específica de temperatura (temperatura del mes más cálido superior a 22 grados centígrados): "tipo a".

En el caso de la denominada Provincia fitogeográfica Uruguayense (*sensu* Chebataroff, 1951) o Distrito Uruguayense (Cabrera, 1971), todos estos elementos se deben combinar para explicar la distribución de las especies. No obstante, una cartografía de las variaciones mesoclimáticas a escala nacional es un aporte fundamental dada la reconocida influencia del clima en la distribución de especies y comunidades.

Los principales factores climáticos determinantes de la distribución de las especies son la disponibilidad de agua y la temperatura, además de otros factores como radiación solar, humedad ambiente, y cinética atmosférica; estos parámetros son medidos en estaciones meteorológicas a través de pluviómetros o pluviógrafos, higrómetros y anemómetros, entre otros aparatos que permiten registrar y caracterizar el clima de una región. Los seres vivos se adaptan a una combinación de estos factores.

Thornwhite (1948) desarrolló el concepto de “evapotranspiración potencial” como herramienta para estimar requerimientos en cultivos, en la medida en que el agua es la principal limitante del rendimiento de estos. Así, se desarrolló un modelo que combina la duración del día y de la temperatura del aire media mensual. La diferencia entre este valor, que sería la capacidad de evapotranspirar de las plantas en condiciones óptimas con la precipitación media estacional, da una idea de excesos y déficit hídricos a los que se adaptaron las plantas.

Con posterioridad, se han desarrollado otros modelos incluso más precisos de estimar este valor, como el de Penman recomendado por FAO para el mundo, pero que requiere de datos no siempre disponibles en series históricas suficientemente prolongadas de registros convenientemente distribuidos a nivel del territorio.

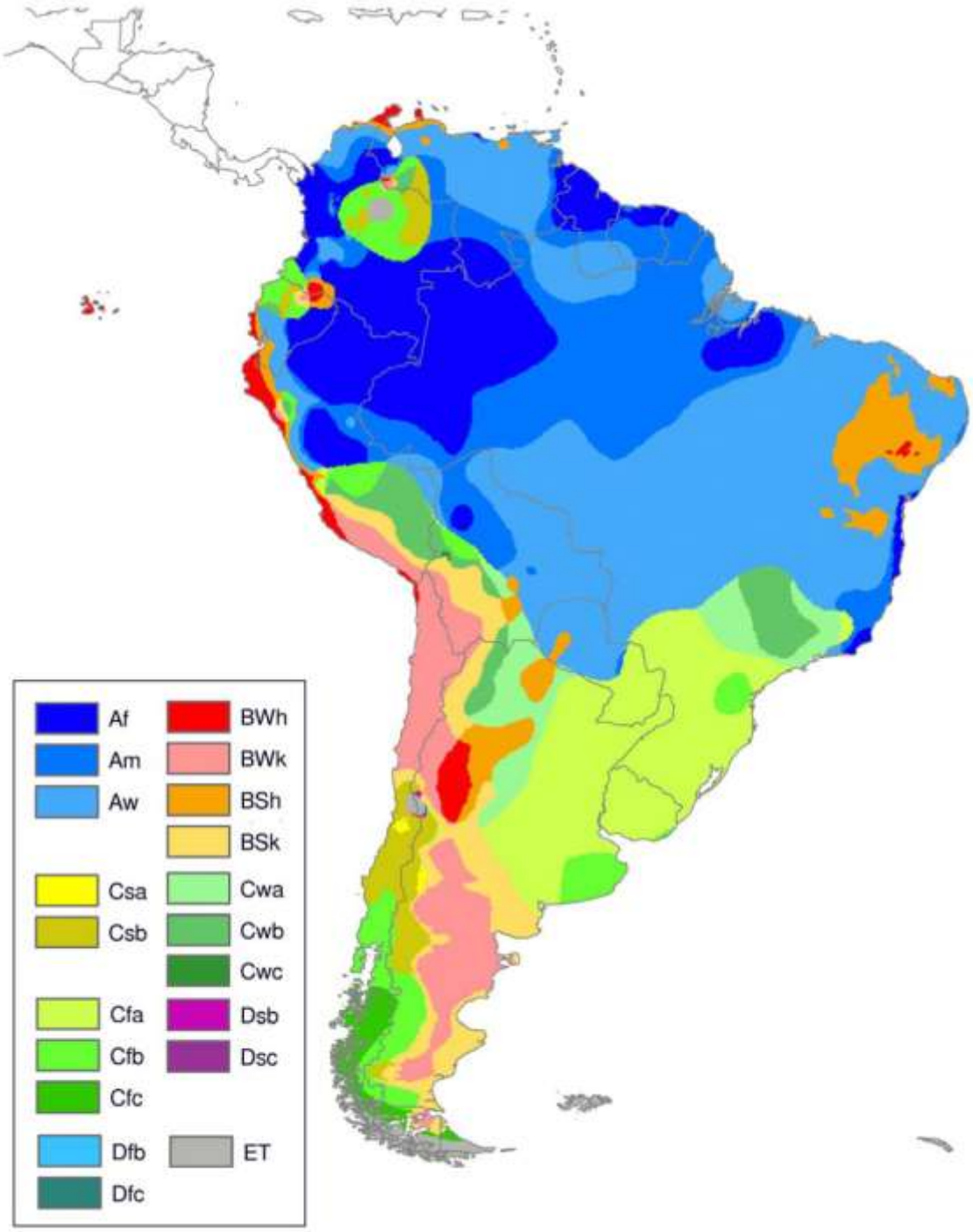


Figura 39. Provincias climáticas de América del Sur según Köppen-Geiger, actualizadas por Peel *et al.*(2007).

Más allá de la lógica imprecisión de límites vinculada a lo poco densa de la red meteorológica nacional, los datos climáticos son fundamentales a la hora de establecer regionalizaciones en materia de biodiversidad y por tanto, la unidad geográficamente más amplia del presente sistema que denominamos Provincia, se subdividirá tomando en cuenta la regionalización hecha a partir del modelo de Thornwhite, y las que surgen de los datos de precipitación y temperatura dado que ambos factores pueden compensarse, cuando al aumentar la temperatura en el territorio también aumenta la precipitación, como es el caso del Norte del Uruguay.

Estas unidades se podrán contrastar por superposición con los complejos de Distritos relacionados geográficamente, las denominadas unidades para determinar las Ecozonas. Para ello se tendrá en cuenta las cartografías de distribución de especies en cuadrículas de 30 x 20 kilómetros y utilizando la regionalización climática cuando la Ecozona no explique el cambio en la presencia y diversidad de especies al interior de la misma.

La posibilidad de disponer de series de datos climáticos suficientemente largas, con las que puede determinarse por períodos de 20 años como ha ido variando el clima a través del tiempo, permitirá mejorar la estimación de aspectos tales como la distribución potencial de las especies. Esta distribución seguramente está condicionada por las fuertes modificaciones que el clima ha presentado en los últimos 40 años, particularmente en lo que hace a precipitación con un incremento del 30% en cien años (Bidegain *et al.*, 2005), pero con una clara inflexión a partir de 1970.

6.2. CUENCA

La cuenca, puede tanto quedar contenida dentro de una provincia como abarcar a varias. Pero más allá de los problemas de su ubicación al interior de un Sistema de Clasificación de Paisajes, debe incluirse, no sólo para poder analizar la biodiversidad acuática sino por el hecho de que grandes ríos atraviesan frecuentemente diferentes provincias biogeográficas, siendo vehículos de dispersión de especies que transportadas al límite de sus distribuciones deben probarse adaptándose o sucumbiendo y generando potencialmente nuevas variedades e incluso oportunidades de especiación.

6.2.1. Antecedentes

La cuenca puede ser considerada desde el punto de vista del medio físico, como la expresión más acabada de una unidad sistémica. La cuenca tiene límites relativamente claros, que incluyen la mayoría de las estructuras pertinentes que definen su funcionamiento y comportamiento o respuesta sistémica a estímulos externos. La vía de drenaje es el elemento que refleja el funcionamiento del sistema sobre el que se asienta (Figura 40).

Como sistema abierto, la cuenca adquiere la forma necesaria para mantenerse igual a sí misma, toda vez que los distintos subsistemas que la componen han entrado en equilibrio dinámico. Cuando alguno es modificado por encima de un determinado umbral, el conjunto del sistema evoluciona produciendo ajustes de formas o estructuras que deberán alcanzar un

nuevo equilibrio. La vía de drenaje será la primera en restablecer el equilibrio, en la medida de que es la sección del geosistema que concentra la mayor cantidad de energía cinética por unidad de área.

En general, las cuencas pueden subdividirse en alta, media y baja, en relación a la pendiente del río y fuerza de cizalla. A cada parte de la cuenca se asocia un cierto patrón de Sitios y Distritos con una vegetación natural (cuando presente) característica y que es función del uso antrópico del territorio.

La evolución de las estructuras que componen cada parte de la cuenca representan un balance entre dos estrategias del paisaje, únicas posibilidades del mismo de persistir. Estas son: la disipación de la energía cinética en base a estructuras disipativas (Prigogine, 1955), en forma de energía térmica de bajo poder calórico (entropía) o la conducción de la energía fuera del sistema con un mínimo de trabajo generado (Leopold y Maddock, 1953).

Tal equilibrio se alcanza naturalmente en la medida de que cada sitio, fundamentalmente en la alta cuenca, que es la que aporta mayor caudal, desarrolle una vegetación tan densa y diversa como el potencial ecológico del sitio lo permita. Esta vegetación tenderá a maximizar el uso de un recurso importante y generalmente escaso, como lo son el agua y los nutrientes minerales

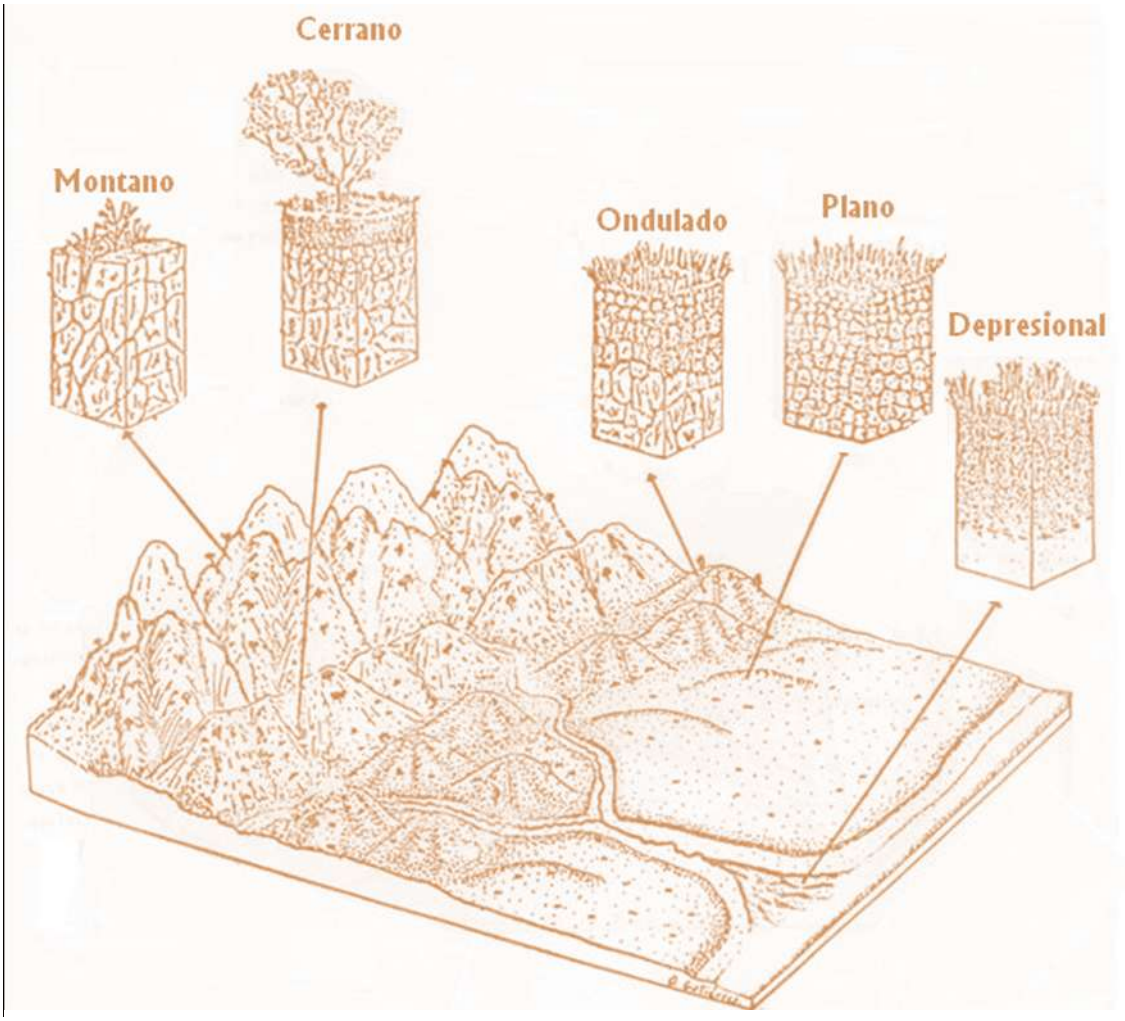


Figura 40. Esquema geomorfológico de los Distritos y caracterización de un sitio-tipo de cada uno.

para el desarrollo de las plantas. En tales condiciones, una mayor parte de las precipitaciones infiltrará en el suelo, contribuyendo también a la regularización de los cauces fluviales y a prevenir crecientes excepcionales.

Cuando por tala forestación con especies exóticas o sobre pastoreo se modifican los sitios de la alta cuenca, el efecto más inmediato sobre el río no se hará sentir tanto en el curso superior, donde el río gasta su energía produciendo turbulencia y transportando gruesos bloques sobre un lecho rocoso, sino sobre el curso medio donde el agua lleva más velocidad y discurre entre terrazas aluviales. Un aumento de caudal, por incremento en el escurrimiento produce mayor turbulencia y por tanto la energía se gasta, produciendo trabajo sobre los márgenes.

En cuanto a su aptitud se pueden zonificar las cuencas según la importancia de los servicios ecosistémicos que producen. En una clasificación de este tipo, los Sitios de la alta cuenca son productores de agua y como tales deben ser manejados. En general, los países con larga tradición en manejo de cuencas declaran como parques nacionales y reservas de vida silvestre estas áreas, con lo cual se garantiza la mayor regularidad en los cursos de agua y la conservación de recursos valiosos para los ecosistemas localizados en la parte inferior.

Las cuencas hidrográficas suelen representar importantes corredores ecológicos particularmente en sistemas que como el de Uruguay, en donde las riveras fluviales presentan la mayor expresión del bosque (galería o ripario).

6.2.2. Distribución de Sitios en las Cuencas

Las cuencas hidrográficas constituyen sistemas con componentes vectoriales en el sentido de las pendientes (González Bernáldez, 1981). Esta vectorialidad del sistema es especialmente notoria en relación a los Distritos planos del sistema de terrazas. En ella existe toda una gradación en la granulometría de los sedimentos desde la alta cuenca hasta la desembocadura, tanto en el sentido de la corriente como transversalmente a ellas, con disminución en el volumen y masa de las partículas en dirección de la desembocadura y desde el cauce hacia la transición ladera-terraza.

Esta gradación, además es causada por la disminución en el gradiente de pendientes a lo largo de los valles, la cual en zonas no muy distorsionadas por la tectónica, es generalmente acompañada por una disminución en las pendientes de las vertientes que se asocian a los cursos fluviales.

Esta disminución en el gradiente de pendientes produce normalmente una secuencia de Distritos y sus Sitios asociados, que si la secuencia es completa, parte desde Distritos montanos y sigue con serranos, ondulados, planos y depresionales.

La causa principal de la frecuencia de tal secuencia puede encontrarse en la relación altitud/distancia. A igual altura, cuanto más próximo al nivel de base, más energía potencial tiene un relieve, y por tanto, mayor tendencia a la pérdida de materiales, con la consecuente evolución hacía pendientes de equilibrio en menor tiempo y con dichas pendientes menos pronunciadas.

Los Sitios de la alta cuenca se presentan como estructuras en pisos o bandas, en relación con la altitud y la exposición. Al pasar del Distrito montano al Serrano hay un predominio de componentes de variación en la dirección de la pendiente más la exposición. Lo mismo es de esperar que suceda en el ondulado, pero en éste comienza a ocurrir cierta mosaicidad en el padrón, que se acentúa en el Distrito plano hacia las pendientes más fuertes del mismo en los paisajes plano ondulados, en los cuales la orientación comienza a perder importancia. El ordenamiento más frecuente en ellos es la topo secuencia o catena.

Los planos de poca pendiente, como terrazas aluviales y grandes llanuras vinculables a cursos medios y bajos, presentan un ordenamiento en forma de estructuras alargadas para las terrazas y bandas latitudinales en las grandes llanuras, las que son independientes del desarrollo de las cuencas.

6.3. ECOZONA

La Ecozona en la presente propuesta está definida por las grandes unidades morfogeoestructurales en que puede ser subdividido el país morfoestructurales (Tabla 27).

Para ello se ha tenido en cuenta, siguiendo el criterio de Ecomap (1993), aspectos geoestructurales tales como horst y graven, cuencas sedimentarias, derrames basálticos y zonas de pediplanación de rocas del escudo.

Estructuras en horst hay dos claramente definidas en el territorio, una conocida como el Cinturón don Feliciano que atraviesa la zona Este del Uruguay, con rumbo Sur-Noreste y la denominada Isla Cristalina de Rivera, ubicada al interior de una cuenca sedimentaria de edad gondwánica.

Tabla 27. Zonas morfoestructurales.

Zonas morfoestructurales	Ocurrencia	Area (ha)	%
Cuesta basáltica	10.477	4.299.678	24,6
Escudo Cristalino	5153	2.454.883	14,1
Cuenca sedimentaria gondwánica	5.764	2.953.188	16,9
Isla cristalina de Rivera	110	174.401	1,0
Graven de Santa Lucía	1.670	919.923	5,3
Graven de la Laguna Merín	2.149	1.605.183	9,2
Cuenca sedimentaria del Oeste	3.584	2.282.325	13,1
Sierras del Este	4326	2.577.622	14,8
Cueca sedimentaria del Sur-Oeste	423	183.288	1,1
	33.656	17.450.491 (a)	100

a) Incluye el área de las zonas urbanas.

Estructuras en graven significativas hay dos; el graven de la Laguna Merín y el del Santa Lucía, y cuencas sedimentarias además de la mencionada de edad gondwánica, hay otra cuyos sedimentos más antiguos, son al igual que en los graven de edad cretácica. Finalmente en el Sur-Oeste existe una zona de transición recubierta fundamentalmente por sedimentos cuaternarios, pero que además presenta rocas del escudo y sedimentos terciarios.

Para realizar esta zonificación se tuvo en cuenta, la Carta Geomorfológica del Uruguay (Panario, 1988) y la Carta Geológica del Uruguay (Preciozzi *et al.*, 1985), pero utilizando los arreglos de sitios y sus límites precisos para construir la cartografía de forma tal, que las unidades menores queden anidadas en las estructuras mayores (Figura 42 y Tabla 28) (Ver Anexo 2).

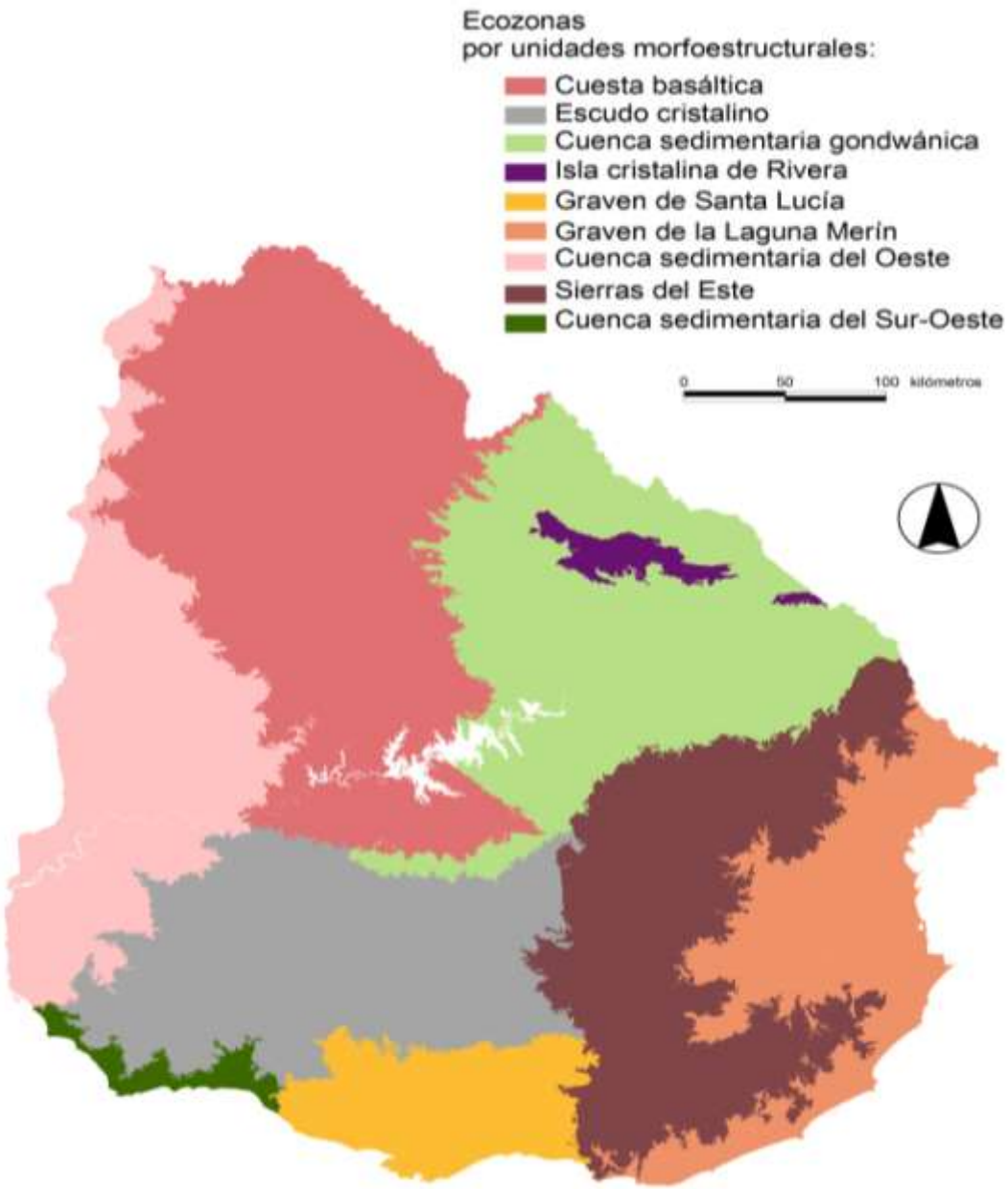


Figura 41. Cartografía de Ecozonas. Autores: D. Panario, O. Gutiérrez (2011).

Tabla 28. Sitios y su ocurrencia en las diferentes zonas morfoestructurales.

Sitio	Ocurrencia	Area (ha)	Promedio	Desvio Standart	Ocurrencia Cuesta Basáltica	C.B. Area (ha)	Ocurrencia Escudo Cristalino	E.C. Area (ha)	Graven de Santa Lucia	Ocurrencia G:S.L. Area (ha)	Cuenca Sedimentaria Gondwánica	CSG Area (ha)	Ocurrencia Isla Cristalina de Rivera	I.C.R. Area (ha)	Ocurrencia Graven de la Laguna Merín	G.L.M. Area (ha)	Ocurrencia Cuenca Sedimentaria del Sur-Oeste	C.S.O Ara (ha)	Ocurrencia Sierras del Este	S.E. Area (ha)	Ocurrencia Cuenca Sedimentaria del Sur-Oeste	C.S.SO Area (ha)
MLENHN	272	142.856	525	1.537	1	39					271	142.818										
MLLHNN	3	5.873	1.958	772							3	5.873										
MLMNNM	198	114.371	578	1.020	62	31.163	1	123			3	150					132	82.934				
MLRHNN	44	36.056	819	1.165													44	36.056				
MLRNHM	900	846.523	941	3.201			6	764	7	1.006	26	5.157	14	22.604	28	10.742			819	806.250		
MLRNHN	76	72.246	951	1.570	2	524					73	71.160	1	563								
MLRNNM	1.775	1.975.050	1.113	6.047	1	14	543	1.091.641	52	20.332	170	76.804	14	96.556	41	8.364	13	17.887	912	654.089	29	9.363
MLRNNN-p	110	56.642	515	765	11	2.521			32	10.688							67	43.433				
MMMHNM	462	365.919	792	3.527	99	36.667	132	44.978									231	284.275				
MMMHNM-c	448	66.699	149	301	76	15.871	47	8.104	1	82							323	42.461			1	180
MMMNNA	150	39.812	265	400			145	39.160	2	276	1	183					2	193				
MMMNNM	551	474.813	862	1.919			17	2.898					2	638	53	36.435			479	434.842		
MMMNNN	1.573	812.756	517	1.782	1	158	734	146.187	150	56.803	323	333.206	52	44.566	6	3.219	2	57	262	214.865	43	13.696
MMMNNN-c	179	134.054	749	1.661			8	2.730	24	13.352							113	92.122			34	25.850
MPLNNN	238	124.645	524	971							235	123.827	3	818								
MPMNNN	37	28.559	772	824							37	28.559										
PLENHN	280	200.223	715	1.728	5	2.404					275	197.819										
PLENNN	14	2.725	195	193					5	734											9	1.990
PLENNN-b	164	84.174	513	1.314					16	20.054					96	53.515	12	2.641	3	136	37	7.828
PLENNN-s	206	38.170	185	311	30	7.567	46	3.097			77	16.315	2	613	12	1.303	34	8.969	5	308		
PLLINN	95	83.206	876	3.093			13	18.144			14	12.609			44	43.462	2	217	21	8.261	1	514
PLLTNN	45	41.681	926	2.017					4	1.973					35	36.106	1	1.353			5	2.249
PLLTSN	21	10.822	515	729											19	10.474					2	348
PLMHHN	54	38.480	713	1.277					2	1.509					43	35.773			9	1.198		

(Continuación Tabla 28)

Sitio	Ocurrencia	Area(ha)	Promedio	Desvio Standart	Ocurrencia Cuesta Basáltica	C.B. Area (ha)	Ocurrencia Escudo Cristalino	E.C. Area (ha)	Graven de Santa Lucia	Ocurrencia G:S.L. Area (ha)	Cuenca Sedimentaria Gondwánica	CSG Area (ha)	Ocurrencia Isla Cristalina de Rivera	I.C.R. Area (ha)	Ocurrencia Graven de la Laguna Merín	G.L.M. Area (ha)	Ocurrencia Cuenca Sedimentaria del Sur-Oeste	C.S.O Ara (ha)	Ocurrencia Sierras del Este	S.E. Area (ha)	Ocurrencia Cuenca Sedimentaria del Sur-Oeste	C.S.SO Area (ha)
PLMHNN	228	261.577	1.147	4.248	60	26.646	11	1.266	1	185	18	14.312					133	213.204			5	5.964
PLMNNN	324	200.702	619	2.158	20	7.409	1	48	50	16.110							253	177.134				
PLRHHN	410	196.322	479	1.185	22	11.961					388	184.362										
PLRHNN	23	43.021	1.870	3.059							23	43.021										
PLRNHM	64	77.225	1.207	3.095							64	77.225										
PLRNHN	9	5.639	627	957							9	5.639										
PLRNNN	15	16.870	1.125	2.144							15	16.870										
PLRNNN-f	57	15.303	268	363	1	63	4	561			52	14.679										
PMLHNN	1.707	938.654	550	2.023	21	5.594	6	1.243	188	74.422	1.067	403.966	8	1.550	362	428.727	38	17.676	14	2.893	3	2.583
PMLIAN	1.722	718.088	417	1.140	47	9.401	232	48.330	59	54.438	682	207.217	1	166	300	127.003	384	263.205	1	58	16	8.269
PMLINN	491	277.598	565	2.115			24	4.637			3	314			379	257.578	1	945	83	13.712	1	412
PMLISN	18	5.152	286	312					2	483					15	4.624					1	45
PMLNNN	23	58.329	2.536	5.566			23	58.329														
PMLTNN	272	118.694	436	734			1	223			70	27.821			184	88.574	2	232	15	1.845		
PMMHNN	397	255.144	643	1.885	4	1.142	15	3.869	49	42.922	218	57.538			91	144.937			20	4.737		
PMMHNN-c	155	89.090	575	1.324			28	43.045	60	30.430					1	415	11	2.966			55	12.235
PMMINN	108	39.929	370	987			12	2.222	72	33.749									5	778	19	3.180
PMMNNM	168	36.685	218	446			149	23.997	12	2.548					3	2.131			4	8.009		
PMMNNM-c	1.557	351.562	226	644			1.494	341.538	37	6.663	2	50					18	2.126	5	1.018	1	167
PMMNNN	536	150.894	282	634	40	13.287	233	27.966	2	205	92	38.337					167	70.988			2	112
PMMNNN-c	1.246	890.864	715	1.788			121	71.663	97	66.994	1	252			284	225.747	625	455.368	31	13.536	87	57.303
PMRNHN	26	13.269	510	415							25	12.848							1	421		

(Continuación Tabla 28)

Sitio	Ocurrencia	Area(ha)	Promedio	Desvio Standart	Ocurrencia Cuesta Basáltica	C.B. Area (ha)	Ocurrencia Escudo Cristalino	E.C. Area (ha)	Graven de Santa Lucia	Ocurrencia G:S.L. Area (ha)	Cuenca Sedimentaria Gondwánica	CSG Area (ha)	Ocurrencia Isla Cristalina de Rivera	I.C.R. Area (ha)	Ocurrencia Graven de la Laguna Merín	G.L.M. Area (ha)	Ocurrencia Cuenca Sedimentaria del Sur-Oeste	C.S.O Ara (ha)	Ocurrencia Sierras del Este	S.E. Area (ha)	Ocurrencia Cuenca Sedimentaria del Sur-Oeste	C.S.SO Area (ha)
PMRNNN	224	179.456	801	1.361							224	179.456										
PMRNNN-c	27	76.986	2.851	5.578													25	75.533			2	1.453
PPLINN	462	409.881	887	3.693	47	154.061	148	41.328	46	40.235	4	3.194					180	158.449	10	2.804	26	9.788
PPLNNM	3.693	1.195.394	324	808	3.546	1.153.543	1	54			52	6.368			12	13.465	64	13.967	18	7.998		
PPLNNN	2.261	957.548	424	1.158	205	59.126	901	361.060	664	401.508	81	36.323	2	105			344	77.323	23	3.692	41	18.411
PPLTNN	408	340.949	836	2.903	5	2.905			1	350	269	299.578	2	84			128	36.455	3	1.577		
PPMNNM	79	82.727	1.047	3.018	77	81.764					2	963										
PPMNNN	292	211.914	726	2.562	41	5.218	29	60.245			83	58.435					139	88.016				
PPNPNN	109	86.492	794	1.613					23	18.787	51	31.626			24	31.606	8	3.123			3	1.350
PPNPSN	39	14.454	371	655							1	27			37	14.373	1	54				
SLENHA	202	35.666	177	525	5	402					194	35.106					2	145	1	13		
SLRNHA	1.685	429.161	255	716			5	1.945	4	656	34	5.042	8	6.116	75	24.874			1.559	390.528		
SLRNNM	202	144.790	717	3.987	28	88.035					171	56.595							3	160		
SMMNNM	1.830	488.352	267	1.030	1.727	467.951	2	759	5	2.186	59	10.732					31	5.186	6	1.538		
SMRNNA	2.051	1.508.390	735	7.031	1.924	1.481.435					93	23.395					27	3.279	7	281		
SMRNNM	2.594	704.262	271	583	2.365	632.403	12	1.335			189	65.545					22	2.957	6	2.022		
SMRNNN	14	21.211	1.515	3.166							14	21.211										
Área Total 17.444.599			--	--	CB SubT **4.299.274**		EC SubT **2.453.489**		GSL SubT **919.680**		GSG SubT **2.952.527**		ICR SubT **74.379**		GL SubT **1.603.447**		CS SubT **2.280.929**		SE SubT **2.577.569**		CSSO SubT **183.290**	

En la zona de transición o interfase entre unidades contiguas, se presenta un abigarrado mosaico fuertemente interdigitado y con estructuras aisladas correspondientes a ambas Ecozonas, con un ancho que fluctúa entre 17 a 20 kilómetros. Esta área de transición fue incorporada a una de las Ecozonas, procurando generar unidades robustas. A estos efectos y en razón de su parentesco (mayor proporción de sitios de una u otra Ecozona) se incorporó a la cuesta basáltica sus áreas contiguas, salvo estructuras muy aisladas y distantes. A la zona del escudo cristalino las transiciones con Sierras del Este, Cuenca Sedimentaria del Oeste, y cuenca sedimentaria del Sur Oeste. Otras transiciones como Sierras del Este y Graven de la Laguna Merin o Graven del Santa Lucía y Escudo Cristalino fueron más nítidas.

Una dificultad para establecer los límites entre zonas, radicó en el hecho de que gran parte del territorio aún conserva con espesores variables, limos eólicos cuaternarios provenientes de la pampa, patagonia y precordillera argentina. Estos depositos según Panario y Gutiérrez (1999) han dado lugar al desarrollo de la mayoría de los suelos agrícolas, y ocupan buena parte de los paisajes suavemente ondulados. A su vez, dichas formaciones loéssicas recubren diferentes materiales geológicos que luego se tornan aflorantes o casi aflorantes en las laderas medias y bajas. Por tanto, todas las zonas limítrofes entre relieves suaves, presentan sitios iguales en la mayor parte de su superficie, aunque el padrón de sitios sea diferente. El criterio de separación utilizado tomó en cuenta el sustrato aflorante para incorporarlas a una u otra zona.

Estas zonas de transición, deberán ser particularmente tenidas en cuenta a los efectos de la conservación, en la medida en que en ellas se presentan una mayor proporción de ambientes distribuidos en un área relativamente menor.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altamirano, A., H. Da Silva, A. Durán, A. Echeverría, D. Panario, R. Puentes. 1976. *Clasificación de Suelos.* Dirección de Suelos y Fertilizantes. Ministerio de Agricultura y Pesca, Montevideo. Tomo I, 96 p.

Altesor, A., G. Eguren, N. Mazzeo, D. Panario, C. Rodríguez. 2008. La industria de la celulosa y sus efectos: certezas e incertidumbres. *Ecología Austral*, 18: 291-303.

Anderson, K.L., C.L. Fly. 1955. Vegetation-soil relationships in Flint Hills bluestem pastures. *Journal of Range Managment*, 8: 163-169.

Barré, P., B. Velde, N. Catel, L. Abbadie. 2007. Soil-plant potassium transfer: impact of plant activity on clay minerals as seen from X-ray diffraction. *Plant and Soil*, 292(1-2): 137-146 (DOI: 10.1007/s11104-007-9208-6).

Bailey, R.G. 1996. Ecosystem geography. Springer, New York, 204 pp.

Bailey, R.G. 2009. *Ecosystem Geography: From Ecoregions to Sites*. Springer, New York. (2da. Edición). 251p.

Bidegain, M.; F.R.M. Caffera, F. Blixen, V. Pshennikov, J.J. Lagomarsino, E.A. Forbes, G.J Nagy. 2005. Tendencias climáticas, hidrológicas, y oceanográficas en el Río de la Plata y Costa Uruguaya. *En:* Barros, V., A. Menéndez, G. Nagy. (Eds): *El Cambio climático en el Río de la Plata*. Buenos Aires, CIMA/CONICET, cap. 14, pp. 137-143.

Braun-Blanquet, J. 1950. *Sociología vegetal : estudio de las comunidades vegetales* (Traducido del alemán por A. P. L. Digilio y M. M. Grassi, *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*, 1928), ACME Agency, Soc. de Resp. Ltda., Buenos Aires. 444 p.

Brown, J.H., M.V. Lomolin. 1998. *Biogeography*. (2nd. ed.), Sinauer Associates, Sunderland. 692 p.

Cabrera, A. L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 14(1–2): 1–42.

Bidegain, M., R.M. Caffera. 1997. *Clima del Uruguay y la región*. Disponible en: <http://www.rau.edu.uy/uruguay/geografia/Uy_c-info.htm>. Acceso: 3 marzo de 2011.

Cajander, A.K. 1926. The theory of forest types. *Acta Forestalia Fennica,* 29(3): 85-108.

Caldevilla,G. 1977. *Parques Nacionales del Uruguay*. Montevideo. (Mimeografiado).

Chapin, F.S., E.S. Zavaleta, V.T. Eviner, L.N. Rosamond, P.M. Vitousek, H.L. Reynolds, D.U. Hooper, S. Lavorel, O.E. Sala, S.E. Hobbie, M.C. Mack, S. Díaz. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature,* 405: 234-242.

Chebataroff, J. 1951. Regiones naturales del Uruguay y de Río Grande do Sul. *Revista Uruguaya de Geografía*, 2(4): 5-40.

Christofoletti, A. 1980. *Geomorfología*. Edgard Blücker Ltda. San Pablo, Brasil (2da. edición) 188 p.

CONEAT. 1979. *Grupos de Suelos. Indices de Productividad.* Montevideo, Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra (CONEAT). Ministerio de Agricultura y Pesca. Montevideo 167 p.

Constanza,R. 1999. The ecological, economic, and social importance of the oceans. *Ecological Economics*, 3: 199-213.

Constanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton, M. van den Belt. 1997. The value of the world´s ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.

Council of Europe, 2000. *The European Landscape Convention*. Strasbourg.

Dalrymple, J.B., R.J. Blong, A.J. Conacher. 1968. A hypothetical nine unit landsurface model. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, 12: 60-76.

Darwin, H. 1901. On the Small Vertical Movements of a Stone Laid on the Surface of the Ground. *Proceedings of the Royal Society of London,* 68: 253-261.

DINAMA. 1999. *Propuesta de estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad biológica del Uruguay*. Proyecto URU/96/G31. 111 p

Dinerstein E., D. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Prim, M.P. Bookbinder, G. Ledec. 1995. *A conservation assessment of the terrestrial ecosystems of Latin America and the Caribbean.* Published in association with The World Wildlife Fund and The Word Bank. Washington DC. 129 p.

Dinerstein E., G. Powell, D. Olson, E. Wikramanayake, R. Abell, C. Loucks, E. Underwood, T. Allnutt, W. Wettengel, T. Ricketts, H. Strand, S. O'Connor, N. Burgess. 2000. *A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Part I. Terrestrial Ecoregions*. Conservation Science Program. World Wildlife Fund, Washington, DC. 250 p.

Dirección de Suelos y Fertilizantes. 1976. *Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay a escala 1:1.000.000*, y Leyenda que la acompaña. Montevideo, Dirección de Suelos y Fertilizantes. Ministerio de Agricultura y Pesca. Uruguay.

Dirección de Suelos. 1981. *Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. Apéndices de Tomo III. Partes I y II. Descripciones, datos físicos y químicos de los suelos dominantes*. Montevideo, Dirección de Suelos. Ministerio de Agricultura y Pesca. 272 p.

Dyksterhuis, E.J. 1949. Condition and management of range land based quantitative ecology. *Journal of Range Managment*, 2: 104-115.

Dyksterhuis, E.J. 1958. Ecological principles in range evaluation. *The Botanical Review,* 24: 253-272.

ECOMAP. 1993. *National Hierarchical Framework of Ecological Units*, Washington, DC, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 20 p.

Eikleberry, R.W. 1956. Soil is the key to range capability. *Soil Conservation*, 21: 246-249.

Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. M. Overton, A. T. Peterson, S. J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R. E. Schapire, J. Soberón, S. Williams, M. S. Wisz, N. E. Zimmerman. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129-151.

Evia, G. 2007. Dinámica de las amenazas y consecuencias sobre las políticas de la conservación. *En:* IV Congreso Nacional de Areas Naturales Protegidas, Flores, Uruguay.

Fairbridge, R .W. (Ed.). 1968. *The Encyclopedia of Geomorphology*. Encyclopedia of Earth Sciences Series, Reinhold Book Corporation, New York. vol. 3, 1295 p.

Forman, R. T.T., M. Godron. 1986. *Landscape ecology*. John Wiley ans Sons, New York. 619 p.

Francis, J.K. 1984. Soil Site Classification for bottomland harwoods. *En:* Proceedings of the 12th Annual Hardwood Symposium of the Harwood Research Council, pp. 86-91.

Fullbright, T.E., J. A. Ortega-S. 2006. *White-Tailed Deer habitat. Ecology and management on rangelands.* Texas A&M University Press, College Station, Texas. 241 p.

Gallardo, S., J. Gastó. 1987. *Sistema de clasificación de pastizales*. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile; Sistemas en Agricultura, IISA 87 14, Santiago.

Gasto, J. 1979. *Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza*. Editorial Universitaria, Santiago. 573 p.

Gastó, J., F. Cosio, D. Panario. 1993. *Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales*. Red de Pastizales Andinos (REPAAN), Quito. 254 p.

Glazovskaya, M. A. 1963. On geochemical principles of the classification of natural lansdcapes. *International Geology Review,* 5(11): 1403-1431.

González Bernáldez, F. 1981. *Ecología y paisaje*. H. Blume Ediciones. Madrid. 249 p.

Gudynas, E. 1994. *Nuestra verdadera riqueza. Una visión de la conservación de las áreas naturales del Uruguay*. Nordan, Montevideo. 136 p.

Gutiérrez Elorza, M. 2001. *Geomorfología climática*. Ed. Omega, Barcelona, 642 p.

Heerwagen, A., A.R. Aandahl. 1961. Utility of soil classification units in characterizing native grassland plant communities in the southern plains. *Journal of Range Management,* 14: 207-213.

Huss, D.L. (Chairman Range Term Glossary Committee). 1964. *A glossary of terms used in range management*. American Society of Range Management, Portland, Oregon. 32 p.

Klingebiel, A. A., P.H. Montgomery. 1961. *Land capability classification*. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC. Agriculture Handbook No. 210.

Laffitte, A. 1980*. Inventario Nacional para Selección de Nuevas Áreas para Parques Nacionales.* Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo.

Lawton, J.H., R.M. May. (Eds.). 1995. *Extinction Rates*. Oxford University Press, Oxford. 233 p.

Leopold, L.B., M.G. Wolman, J.P. Miller. 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, CA. 522 p.

Leopold, L.B., T. Maddock Jr. 1953. *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications.* U.S. Geological Survey Professional Paper Nº 252, 57 p.

Liébault, F., H. Piégay. 2001. Assessment of channel changes due to long-term bedload supply decrease, Roubion River, France. *Geomorphology*, 36: 167-186.

May, H., D. Panario. 1994. Estudio comparativo de la sucesión ecológica de la flora pratense en dos sitios de la región basáltica, suelo superficial y suelo profundo en condiciones de exclusión y pastoreo. *En:* Dirección de Suelos. Boletín Nº 13. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Montevideo. pp. 55-77.

Meffe,G.C., C. R. Carroll. 1995. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Assocaites, INC, Sunderland. 729 p.

Miller, O. M., C. H. Summerson 1960. Slope-Zone maps. *Geographical Review*, 50: 194-202.

Montes, C., F. Borja, M.A. Bravo, J.M. Moreira. 1998. *Reconocimiento Biofísico de Espacios Naturales Protegidos. Doñana: Una Aproximación Ecosistémica*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla. 526 p.

Munsell Soil Color Chart. 1994. Edición revisada. Macbeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation. New York.

Murphy, R.E. 1967. A spatial classification of land-forms based on both genetic and empirical factors: a revision. *Annals of the Association of American Geographers*, 57: 185-186.

Murphy, R.E. 1968. Landforms of the world. Annals map supplement Nº 9. *Annals of the Association of American Geographers*, 58: 198-200.

Neef. E. 2007. The theoretical foundations of Landscape Study (Traducido del alemán por Olaf Bastian, *Die theoretischen Grundlagen der Lanschftslehre*, 1967). *En:* Wiens, J.A., M. R. Moss, M. G. Turner, D. J. Mladenoff (Eds.): *Foundation papers in landscape ecology*. Columbia University Press, New York. pp. 225-245.

Norberg, J. 1999. Linking Nature´s services to ecosystem: some general ecological concepts. *Ecological Economics,* 29: 183-202.

Panario, D. 1988*. Geomorfología del Uruguay, Propuesta de un marco estructural y un esquema de evolución del modelado del relieve uruguayo.* Departamento Publicaciones - Facultad de Humanidades y Ciencias, UdelaR, Montevideo. 32 p. (Avances de Investigación).

Panario, D. 1994a. Evolución y tendencia de la vegetación nativa uruguaya I; La pradera. *En:* Dirección de Suelos: Boletín Nº 13. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Montevideo. pp. 37-47.

Panario, D. 1994b. Evolución y tendencia de la vegetación nativa uruguaya II; Apuntes sobre monte indígena. *En:* Dirección de Suelos: Boletín Nº 13. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Montevideo . pp. 49-53.

Panario, D., E. Morato, J. Gastó, S. Gallardo. 1988. *Sitio en el Sistema de Clasificación de Pastizales.* Santiago, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica. 58 p. (Sistemas en Agricultura. Teoría y Avances).

Panario, D., O. Gutiérrez. 1999. The continental Uruguayan Cenozoic: An overview. *Quaternary International*, 62(1):75-84.

Panario, D., S. Gallardo, J. Gastó. 1987. *Unidades geomorfológicas en el sistema de clasificación de pastizales. Distritos.* Santiago, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica. 52 p. (Sistemas en Agricultura. Teoría y Avances).

Paruelo, J. M., M. F. Garbulsky, J. P. Guerschman, E. G. Jobbágy. 2004. Two decades of NDVI in South America: identifying the imprint of global changes. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 2793–2806.

Peel, M. C., B.L. Finlayson, T. A. McMahon. 2007 Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification*. Hydrology and Earth System Sciences*, 11: 1633-1644.

Penk, W. 1953. *Morphological analysis of land forms: a contribution to physical geology* (Traducido del alemán por H. Czech y K.C. Boxwell, *Die morphologische Analyse*, 1924), Mcmillan, London. 429 p.

Pimm, S. L., G. J. Russell, J. L. Gittleman, T. M. Brooks. 1995. The future of biodiversity. *Science*, 269: 347-350.

Preciozzi, F., J. Spoturno, W. Heinzen, P. Rossi. 1985. *Memoria explicativa de la Carta Geológica del Uruguay del Uruguay a la escala 1:500.000.* Montevideo, Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), Ministerio de Industria, Energía y Minería, Montevideo. 92 p., il ; 2 mapas fuera de texto.

Prigogine, I. 1955. *Introduction to thermodynamics of irreversible processes*. Charles C. Thomas publisher LTD, Springfield.

Ray, R.G. 1956. *Site-types, growth and yield at Lake Edward Experimental Area Quebec*. Government of Canada, Department of Northern Affairs and National Resources. Forest Branch. Forest Research Division. Technical Note. 27, 53p.

Renner, F.G. 1949. Recent advances in methods of restoring deteriorated grazing land. *Proc. United Nations Sci. Conf. on Conserv. and Util. of Resources*, 6: 544-548.

Renner, F.G., B.W. Allred. 1962. *Classifying rangelands for conservation planning*. U.S. Department of Agriculture, Agr. Handbook. Nº 235. 48 p.

Renner, F.G., E.A. Johnson. 1942. *Improving range conditions for wartime livestock production*. U.S. Department of Agriculture. Farmers' Bulletin, Nº 1921, 18 p.

Sganga, J.C. (Coordinador Grupo de Trabajo) 1985. Evaluación general preliminar de las inundaciones en la República Oriental del Uruguay. Dirección de Suelos/CONEAT. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Suelos. 4p. anexos

Sans,C. 1990. Selección de áreas silvestres para integrar un Sistema Nacional de áreas protegidas. Estudio Ambiental Nacional – OPP/OEA/BID.

Shiflet, T.N. 1973. Range sites and soils in the United States. *En:* Hyder, D.N. (Ed.): *Arid Shrublands: Proceedings of the Third Annual Workshop of the U.S./Australia Rangeland Panel*. 26 March - 15 April 1973, Tucson, Arizona. Society for Range Management, Johnson Publ. Co., Boulder. pp. 26-33.

Soil Conservation Service. 1962. *Technician guide to range site, condition clases and recommended stocking rates in soil conservation districts of the foothill area of central Montanas 10-14" precipitation belt*. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Portland, Oregon. M-4377. 1 P.

Soil Conservation Service. 1975. *National handbook for native grazing lands*. U.S. Department of Agriculture.

Soil Survey Staff. 1997. *Keys to Soil Taxonomy.* USDA - Soil Conservation Service. 7th ed., Washington D.C.

Solnetsev, N.A. 2007. The natural geographic landscape and some of its general rules (Proc. Second All-Union Geographical Congress, 1948). *En:* Wiens, J.A., M. R. Moss, M. G. Turner, D. J. Mladenoff (Eds.): *Foundation papers in landscape ecology*. Columbia University Press, New York. pp. 19-27.

Soulé, M.E., M.A. Sanjayan. 1998. Conservation targets: do they help? *Science*, 279: 2060-2061.

Sullivan-Sealey, K., G. Bustamante. 1999. *Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean.* The Nature Conservancy, Arlington, Virginia. 125 p.

Teixeira, A. 1980. *Diccionario geológico-geomorfológico*. Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE). Río de Janeiro, Brasil.

Thornhwaite, C. W. 1948. An Approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38: 55-94.

Tilman,D. 2000. Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature*, 405: 208-211.

Tricart, J., A. Cailleux. 1965. *Traité de géomorphologie, Tomo 1: Introduction à la géomorphologie climatique*. SEDES, Paris. 306 p.

Tricart, J., J. Kilian. 1982. *La Ecogeografía y la ordenación del medio natural.* Anagrama, Barcelona. 288 p.

Troeh, F. R. 1965. Landform equations fitted to contour maps. *American Journal of Science*, 263: 616-627 (doi:10.2475/ajs.263.7.616).

Udo de Haes, H.A., F. Klijn. 1994. Environmental Policy and Ecosystem Classification. *En:* Klijn, F. (Ed.): *Ecosystem Classification for Environmental Management.* Dordrecht-Boston-London, Kluwer Academic Publishers. pp. 1-21.

Vinogradov, B.V. 1967. The landscape conception and its use in the grassland territories. *En:* 2nd. International Seminar Integrated Surveys Natural Áreas. ITC - UNESCO Center on Integrated Surveys, Delft. April.

von Glasersfeld, E. 1994. Despedida de la objetividad. *En:* Watzlawich, P., P. Krieg (Eds.): *El ojo del observador. Contribuciones al constructivismo.* Barcelona, Ed. Gedisa. (1er. edición del original en alemán 1991). pp. 19-31.

Wilson,E.O. 1992. *The diversity of life*. Norton WW & Company. New York. 424 p.

Zonneveld, I.S. 1972. *Evaluación de tierras y ciencias del paisaje*. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos. Montevideo.

Zonneveld, I.S. 1995. *Land ecology*. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 199 p.

ANEXO 1. Distribución de Sitios al interior de las unidades morfoestructurales.

Cuesta basáltica		
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLENHN	1	0,4
MLMNNM	62	312
MLRNHN	2	5
MLRNNM	1	0,1
MLRNNN-p	11	25
MMMHNM	99	367
MMMHNM-c	76	159
MMMNNN	1	2
PLENHN	5	24
PLENNN-s	30	76
PLMHNN	60	266
PLMNNN	20	74
PLRHHN	22	120
PLRNNN-f	1	1
PMLHNN	21	56
PMLIAN	47	94
PMMHNN	4	11
PMMNNN	40	133
PPLINN	47	1.541
PPLNNM	3546	11.535
PPLNNN	205	591
PPLTNN	5	29
PPMNNM	77	818
PPMNNN	41	52
SLENHA	5	4
SLRNNM	28	880
SMMNNM	1727	4.680
SMRNNA	1924	14.814
SMRNNM	2365	6.324
	Área Km^2	42.993

Escudo Cristalino		
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLMNNM	1	1
MLRNHM	6	8
MLRNNM	543	10.916
MMMHNM	132	450
MMMHNM-c	47	81
MMMNNA	145	392
MMMNNM	17	29
MMMNNN	734	1.462
MMMNNN-c	8	27
PLENNN-s	46	31
PLLINN	13	181
PLMHNN	11	13
PLMNNN	1	0
PLRNNN-f	4	6
PMLHNN	6	12
PMLIAN	232	483
PMLINN	24	46
PMLNNN	23	583
PMLTNN	1	2
PMMHNN	15	39
PMMHNN-c	28	430
PMMINN	12	22
PMMNNM	149	240
PMMNNM-c	1494	3.415
PMMNNN	233	280
PMMNNN-c	121	717
PPLINN	148	413
PPLNNM	1	1
PPLNNN	901	3.611
PPMNNN	29	602
SLRNHA	5	19
SMMNNM	2	8
SMRNNM	12	13
		24.534

Km^2

Cuenca sedimentaria gondwánica					
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2	Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLENHN	271	1.428	PMLTNN	70	278
MLLHNN	3	59	PMMHNN	218	575
MLMNNM	3	1	PMMNNM-c	2	1
MLRNHM	26	52	PMMNNN	92	383
MLRNHN	73	712	PMMNNN-c	1	3
MLRNNM	170	768	PMRNHN	25	128
MMMNNA	1	2	PMRNNN	224	1.795
MMMNNN	323	3.332	PPLINN	4	32
MPLNNN	235	1.238	PPLNNM	52	64
MPMNNN	37	286	PPLNNN	81	363
PLENHN	275	1.978	PPLTNN	269	2.996
PLENNN-s	77	163	PPMNNM	2	10
PLLINN	14	126	PPMNNN	83	584
PLMHNN	18	143	PPNPNN	51	316
PLRHHN	388	1.844	PPNPSN	1	0
PLRHNN	23	430	SLENHA	194	351
PLRNHM	64	772	SLRNHA	34	50
PLRNHN	9	56	SLRNNM	171	566
PLRNNN	15	169	SMMNNM	59	107
PLRNNN-f	52	147	SMRNNA	93	234
PMLHNN	1067	4.040	SMRNNM	189	655
PMLIAN	682	2.072	SMRNNN	14	212
PMLINN	3	3			
				Km^2	29.525

Isla cristalina de Rivera		
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLRNHM	14	226
MLRNHN	1	6
MLRNNM	14	966
MMMNNM	2	6
MMMNNN	52	446
MPLNNN	3	8
PLENNN-s	2	6
PMLHNN	8	16
PMLIAN	1	2
PPLNNN	2	1
PPLTNN	2	1
SLRNHA	8	61
	Km^2	1.744

Graven de Santa Lucía		
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLRNHM	7	10
MLRNNM	52	203
MLRNNN-p	32	107
MMMHNM-c	1	1
MMMNNA	2	3
MMMNNN	150	568
MMMNNN-c	24	134
PLENNN	5	7
PLENNN-b	16	201
PLLTNN	4	20
PLMHHN	2	15
PLMHNN	1	2
PLMNNN	50	161
PMLHNN	188	744
PMLIAN	59	544
PMLISN	2	5
PMMHNN	49	429
PMMHNN-c	60	304
PMMINN	72	337
PMMNNM	12	25
PMMNNM-c	37	67
PMMNNN	2	2
PMMNNN-c	97	670
PPLINN	46	402
PPLNNN	664	4.015
PPLTNN	1	3
PPNPNN	23	188
SLRNHA	4	7
SMMNNM	5	22
	Km^2	9.197

Graven de la Laguna Merín		
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLRNHM	28	107
MLRNHM	41	84
MLRNHM	53	364
MLRNHM	6	32
MLRNHM	96	535
MLRNHM	12	13
MLRNHM	44	435
MLRNHM	35	361
MLRNHM	19	105
MLRNHM	43	358
MLRNHM	362	4.287
MLRNHM	300	1.270
MLRNHM	379	2.576
MLRNHM	15	46
MLRNHM	184	886
MLRNHM	91	1.449
MLRNHM	1	4
MLRNHM	3	21
MLRNHM	284	2.257
MLRNHM	12	135
MLRNHM	24	316
MLRNHM	37	144
MLRNHM	75	249
	Km^2	16.034

Cuenca sedimentaria del Oeste		
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLMNNM	132	829
MLRHNN	44	361
MLRNNM	13	179
MLRNNN-p	67	434
MMMHNM	231	2.843
MMMHNM-c	323	425
MMMNNA	2	2
MMMNNN	2	1
MMMNNN-c	113	921
PLENNN-b	12	26
PLENNN-s	34	90
PLLINN	2	2
PLLTNN	1	14
PLMHNN	133	2.132
PLMNNN	253	1.771
PMLHNN	38	177
PMLIAN	384	2.632
PMLINN	1	9
PMLTNN	2	2
PMMHNN-c	11	30
PMMNNM-c	18	21
PMMNNN	167	710
PMMNNN-c	625	4.554
PMRNNN-c	25	755
PPLINN	180	1.584
PPLNNM	64	140
PPLNNN	344	773
PPLTNN	128	365
PPMNNN	139	880
PPNPNN	8	31
PPNPSN	1	1
SLENHA	2	1
SMMNNM	31	52
SMRNNA	27	33
SMRNNM	22	30
	Km^2	22.809

Sierras del Este		
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLRNHM	819	8.063
MLRNNM	912	6.541
MMMNNM	479	4.348
MMMNNN	262	2.149
PLENNN-b	3	1
PLENNN-s	5	3
PLLINN	21	83
PLMHHN	9	12
PMLHNN	14	29
PMLIAN	1	1
PMLINN	83	137
PMLTNN	15	18
PMMHNN	20	47
PMMINN	5	8
PMMNNM	4	80
PMMNNM-c	5	10
PMMNNN-c	31	135
PMRNHN	1	4
PPLINN	10	28
PPLNNM	18	80
PPLNNN	23	37
PPLTNN	3	16
SLENHA	1	0
SLRNHA	1559	3.905
SLRNNM	3	2
SMMNNM	6	15
SMRNNA	7	3
SMRNNM	6	20
	Km^2	25.776

Cueca sedimentaria del Sur-Oeste		
Código sitio	Ocurrencia	Área km^2
MLRNNM	29	94
MMMHNM-c	1	2
MMMNNN	43	137
MMMNNN-c	34	258
PLENNN	9	20
PLENNN-b	37	78
PLLINN	1	5
PLLTNN	5	22
PLLTSN	2	3
PLMHNN	5	60
PMLHNN	3	26
PMLIAN	16	83
PMLINN	1	4
PMLISN	1	0
PMMHNN-c	55	122
PMMINN	19	32
PMMNNM-c	1	2
PMMNNN	2	1
PMMNNN-c	87	573
PMRNNN-c	2	15
PPLINN	26	98
PPLNNN	41	184
PPNPNN	3	13
	Km^2	1.833