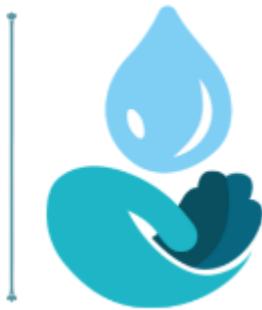


H I D R O
SOLUTIONS



"Transformando la gestión del agua hacia la excelencia ambiental"

MANUAL DE USUARIO

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO

Versión 01

04/08/2023

Se solicita leer el manual de usuario antes del uso de herramientas



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Hoja de control

PROYECTO	Cálculo del índice de riego en la Región de Coquimbo		
ENTREGABLE	Manual de usuario		
AUTOR	HIDRO SOLUTIONS	FECHA DE APROBACIÓN	04/08/2023
JEFE DE PROYECTO	Erik Morales Gutiérrez	N° DE PÁGINAS	18

Integrantes de la empresa

	Yuyunis Scarleth Chávez Santibáñez
	Maricela Alejandra Flores Manqui
	Erik Tomas Morales Gutiérrez
	Bigail Alejandra Murga Guerrero
	Nicolás Alejandro Triviño Peña
	Felipe Vera Alvarado



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Índice

Introducción	4
Empresa	4
Propósito del documento	4
Alcance	4
Descripción del sistema	5
Antecedentes y descripción del sistema	5
Componentes	6
Compatibilidad con ArcGis Pro 2.9	8
Sistemas Operativos Compatibles	9
Instalación ArcGIS Pro, Software Base	10
Pasos de instalación	10
Manejo de herramientas	11
Herramienta ArcGIS Pro	11
Aplicativo móvil	14
Dashboard	16
Resultados Herramientas	17
Glosario	18



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Introducción

La dinámica de la agricultura y la optimización del uso del recurso hídrico, son importantes en el contexto actual, dado que el escenario a nivel mundial muestra cambios abruptos en cuanto al clima, lo cual motiva a la implementación de soluciones. Es por esto que Hidro Solutions busca calcular el índice de riego, mediante un análisis preciso de la relación entre el agua y la agricultura, para poder dar soluciones a la gestión del recurso.

Empresa

Hidro Solutions tiene el propósito de abordar uno de los desafíos actuales más críticos de diferentes regiones del país, enfocados en una de las regiones que se ha visto más afectada, Región de Coquimbo, con una mirada hacia el análisis de datos ambientales que proponen interacciones en cuanto a plantaciones de la zona. Cabe destacar que el proyecto es replicable en todo suelo nacional, ya que se dispone de las variables ambientales, considerando su dinámica en las diferentes zonas geográficas.

Propósito del documento

Este documento tiene la finalidad de proporcionar al usuario, mediante una guía de procesos involucrados en el cálculo del índice de riego en la Región de Coquimbo. Aunque este es solo un caso de estudio, ya que es aplicable a todo el país. Llevando una descripción donde se consideren los diferentes requerimientos que debe tener el usuario, además del desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, con el objetivo de garantizar que la herramienta sea tanto comprensible como funcional. Este manual tiene como objetivo principal asegurar que los usuarios puedan utilizar la herramienta de manera efectiva, maximizando sus beneficios.

Alcance

Tanto entidades gubernamentales, instituciones académicas y otras organizaciones orientadas a la comunidad agrícola que fomenten prácticas sostenibles; son el objetivo de alcance para Hidro Solutions, ya que se busca desde la recopilación, análisis de datos e implementación, proporcionar una comprensión de la disponibilidad y uso de agua en zonas con cultivos. Hidro Solutions, con su compromiso en la mejora de la gestión del agua, busca transformar la visión del equilibrio entre producción y aprovechamiento de recursos, mediante el cálculo del índice de riego, generando una base para la toma de decisiones y análisis eficiente en territorio, considerando además una distribución espacial que se enfoque en un aprovechamiento del espacio.

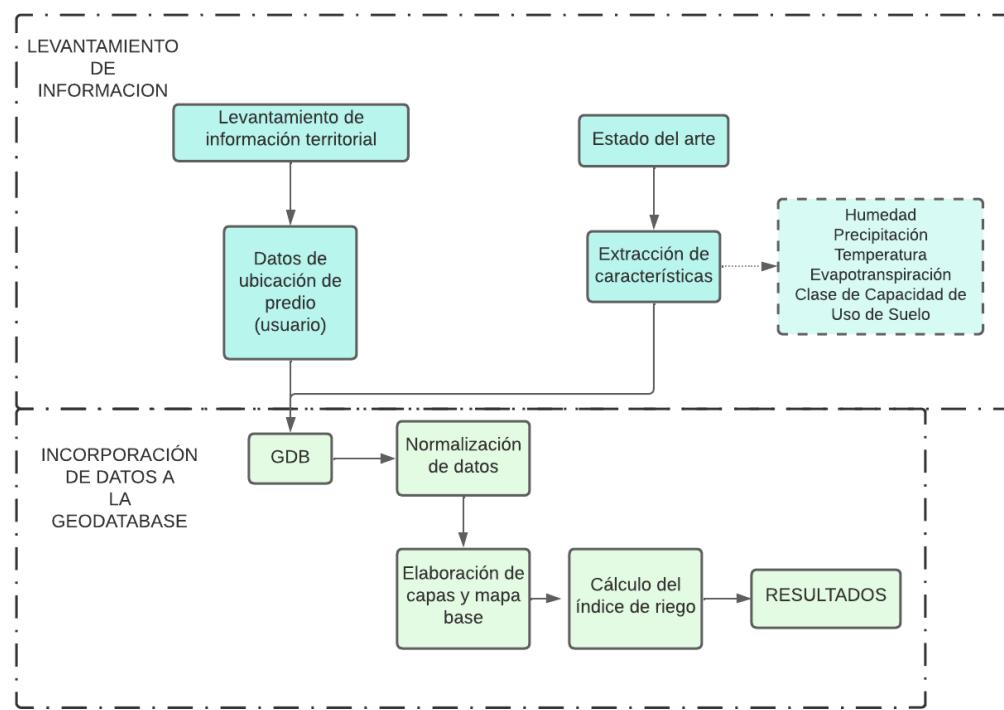


CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Descripción del sistema

Antecedentes y descripción del sistema

Considerando la implementación y desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, además del riego en la zona de estudio en base a características establecidas, se muestra el siguiente diagrama donde se presenta la metodología general que fue utilizada para llevar a cabo el proyecto en base al cálculo del índice de riego. Este se basa en dos grandes puntos, el levantamiento de información, contiene los datos de información territorial y el estado del arte (características ambientales); y la incorporación de datos a la GDB (geodatabase), el cual se basa en la normalización de datos e incorporación de capas para posteriormente mostrar resultados.





CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Componentes

Dataset	Feature Class	Campos
Base	L0survey	<ul style="list-style-type: none">● OBJECTID (Id. del objeto)● Shape (Geometría)● CreationDate (Fecha)● Creator (Texto)● EditDate (Fecha)● Editor (Texto)● regi_n (Texto)● provincia (Texto)● comuna_de_la_provincia_de_choap (Texto)● comuna_de_la_provincia_de_elqui (Texto)● comuna_de_la_provincia_de_limar (Texto)● _rea_del_predio (Doble)● per_metro_del_predio (Doble)● relaci_n_de_forma_del_predio (Doble)● Shape_Length (Doble)● Shape_Area (Doble)
	comunas	<ul style="list-style-type: none">● OBJECTID (Id. del objeto)● Shape (Geometría)● REGION (Texto)● NOM_REGION (Texto)● PROVINCIA (Texto)● NOM_PROVIN (Texto)● COMUNA (Texto)● NOM_COMUNA (Texto)● Shape_Leng (Doble)● Shape_Length (Doble)● Shape_Area (Doble)
	ZONA	<ul style="list-style-type: none">● OBJECTID (Id. del objeto)● Shape (Geometría)● REGION (Texto)● NOM_REGION (Texto)● PROVINCIA (Texto)● NOM_PROVIN (Texto)● COMUNA (Texto)● NOM_COMUNA (Texto)● URBANO (Texto)● DISTRITO (Largo)● ZONA (Largo)● GEOCODIGO (Doble)● Shape_Leng (Doble)● Shape_Length (Doble)● Shape_Area (Doble)
Variables	evapotranspiracion	<ul style="list-style-type: none">● OBJECTID (Id. del objeto)● Shape (Geometría)● Id (Largo)● gridcode (Largo)



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

		<ul style="list-style-type: none">● Shape_Length (Doble)● Shape_Area (Doble)
	humedad	<ul style="list-style-type: none">● OBJECTID (Id. del objeto)● Shape (Geometría)● Id (Largo)● gridcode (Largo)● Shape_Length (Doble)● Shape_Area (Doble)
	precipitacion	<ul style="list-style-type: none">● OBJECTID (Id del objeto)● Shape (Geometría)● Input_FID (Largo)● FID (Doble)● latitud (Doble)● fin_observ (Fecha)● codigo_est (Doble)● nombre_cue (Texto)● codigo_sub (Doble)● fuente (Texto)● cantidad_o (Doble)● inicio_obs (Fecha)● institucio (Texto)● inicio_aut (Texto)● F1900_01_01 (Doble)● nombre_sub (Texto)● codigo_cue (Doble)● nombre (Texto)● longitud (Doble)● altura (Doble)● VALOR (Doble)● Shape_Lenght (Doble)● Shape_Area (Doble)
	temperatura	<ul style="list-style-type: none">● OBJECTID (Id del objeto)● Shape (Geometria)● Input_FID (Largo)● FID (Doble)● latitud (Doble)● fin_observ (Fecha)● codigo_est (Doble)● nombre_cue (Texto)● codigo_sub (Doble)● fuente (Texto)● cantidad_o (Doble)● inicio_obs (Fecha)● institucio (Texto)● inicio_aut (Texto)● F1900_01_01 (Doble)● nombre_sub (Texto)● codigo_cue (Doble)● nombre (Texto)● longitud (Doble)● altura (Doble)● VALOR (Doble)● Shape_Lenght (Doble)● Shape_Area (Doble)
	usos	<ul style="list-style-type: none">● OBJECTID (Id. del objeto)● Shape (Geometría)● ID_USO (Texto)● ID_SUBUSO (Texto)● ID_ESTRUC (Texto)● ID_COBER (Texto)● ID_ALTU (Texto)● ID_TIPO (Texto)● ID_STIF (Texto)● ID_ESP1 (Texto)● ID_ESP2 (Texto)



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

		<ul style="list-style-type: none">• ID_ESP3 (Texto)• ID_ESP4 (Texto)• ID_ESP5 (Texto)• ID_ESP6 (Texto)• ID_ESP_CC1 (Texto)• ID_ESP_CC2 (Texto)• CODREG (Texto)
Salidas	parcela	<ul style="list-style-type: none">• OBJECTID (Id. del objeto)• Shape (Geometría)• REGION (Texto)• NOM_REGION (Texto)• PROVINCIA (Texto)• NOM_PROVIN (Texto)• COMUNA (Texto)• NOM_COMUNA (Texto)• Shape_Leng (Doble)• Shape_Length (Doble)

Compatibilidad con ArcGis Pro 2.9

La herramienta “hidroSol” funciona desde la versión de Arcgis Pro 3.0 hacia atrás.

Elemento	Compatibilidad	Recomendado
Velocidad de CPU	Mínimo: 2 núcleos Óptima: 10 núcleos	4 núcleos
Plataforma	x64	
Memoria RAM	Mínimo: 8GB Óptimo: 64 GB o más	32 GB
Resolución de pantalla	1024x768	1080 o mayor
Almacenamiento	32 GB de espacio libre	32 GB o más de espacio libre en una unidad de estado sólido (SSD)
Memoria de gráficos dedicada (no compartida)		4 GB o más
Caché de visualización	La caché de visualización temporal puede consumir hasta 32 GB de espacio, si los hay, en la ubicación seleccionada por el usuario. De forma predeterminada, la caché de visualización se escribe en la subcarpeta\Local del perfil del usuario, por lo que no viaja con el perfil de usuario si el administrador del sistema ha	



**CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO**
— MANUAL DE USUARIO —

	habilitado los perfiles de usuario itinerantes.	
DirectX*	Mínimo: DirectX 11, nivel de funciones 11.0, Shader Model 5.0	
OpenGL*	Mínimo: OpenGL 4.3 con las extensiones ARB_clip_control y EXT_texture_compression_s3tc	Recomendado: OpenGL 4.5 con las extensiones ARB_shader_draw_parameters, EXT_swap_control, EXT_texture_compression_s3tc y EXT_texture_filter_anisotropic

Sistemas Operativos Compatibles

Sistema Operativo	Última Actualización
Windows 11 Home, Pro y Enterprise (64 bits)	Actualización de mayo de 2022
Windows 10 Home, Pro y Enterprise (64 bits)	Actualización de mayo de 2022
Windows Server 2022 Standard y Datacenter (64 bits)	Actualización de mayo de 2022
Windows Server 2019 Standard y Datacenter (64 bits)	Actualización de mayo de 2022
Windows Server 2016 Standard y Datacenter (64 bits)	Actualización de mayo de 2022



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Instalación ArcGIS Pro, Software Base

ArcGIS Pro es un software de Sistemas de Información Geográfica de carácter avanzado desarrollado por Esri, el cual ofrece servicios para implementar geotecnologías en el territorio.

Pasos de instalación

1. Descarga de instalador
 - Ingresar al sitio web oficial de Esri. [Sitio Esri](#).
 - Acceder a su cuenta Esri.
 - En el menú inicial, donde se encuentra su usuario: *Mi Configuración*.
 - Acceder al área de *Licencias* → *ArcGIS Pro* → *Descargar ArcGIS Pro*.
 - Seleccionar la versión que desea utilizar (3.0 hacia atrás) y presionar: *Descargar*. (La descarga se realiza con un archivo .exe, en su equipo). Si desea descargar algún otro componente como los paquetes de idiomas se realiza en este paso.
2. Ejecución de instalador
 - En la ubicación de su equipo, donde se realizó la descarga, haga clic en el archivo para su ejecución.
3. Asistente de instalador
 - Al abrir el instalador de ArcGIS Pro, seguir las instrucciones del asistente de instalación.
 - Aceptar términos y condiciones.
4. Seleccionar componentes y ubicación de instalación
 - Seleccione los componentes a instalar (extensiones y recursos).
 - Seleccione la ubicación en el disco de su equipo.
5. Configuración de ArcGIS y finalización de instalación
 - Con su cuenta de ArcGIS Online, ingresar su información de inicio de sesión o crear una en su defecto.
 - Ya configurado el usuario, finalizar el proceso de instalación.

La localización de instalación dependerá de la ruta elegida por el usuario, normalmente se encuentra en la carpeta *Archivos de Programa*, similar a “C:\Program Files\ArcGIS\Pro”.



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Manejo de herramientas

Herramienta ArcGIS Pro

Los archivos tales como el Package, herramienta, modelo de datos, manual e informe técnico se entregan en un archivo de extensión “.zip”, llamado HIDRO_SOLUTIONS; con el fin de que el usuario la descomprima y guarde en su carpeta o dirección de preferencia.



Se hace entrega del proyecto en forma de Package Project File (.ppkx), el cual lleva el nombre de HidroSol, de esta forma los datos se comparten de manera completa. En el Package se encuentra la base de datos con su correspondiente GDB, geodatabase, y sus Feature Dataset respectivos. Este archivo se debe abrir para poder gestionar la herramienta.



Para este proyecto la GDB “hidrosol.gdb” se compone de las Feature Dataset “BASE”, “VARIABLES” y “SALIDAS”. Además de la Toolbox con el script.



Dataset: BASE

Este dataset se compone de las estaciones meteorológicas con datos tanto de precipitación, llamado “puntos_pp”, como de temperatura media, llamado “puntos_temp”; además contiene el polígono de la región de Coquimbo, llamado “region4”.





CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO

— MANUAL DE USUARIO —

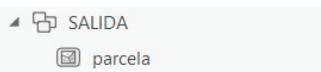
Dataset: VARIABLES

Este dataset se compone de las variables (temperatura media, precipitación media, evapotranspiración media, calidad de suelo y humedad específica) utilizadas para realizar el cálculo del índice, estas capas vienen ya procesadas para su correcta manipulación. Estas son llamadas “temperatura”, “precipitacion”, “evapotranspiracion”, “usos” y “humedad” respectivamente.



Dataset: SALIDAS

Esta dataset se compone de la capa de salida de las parcelas de estudio, llamado “parcela”, este se genera una vez ejecutada la herramienta.



Caja de herramientas, Toolbox

La caja de herramientas para este proyecto se encuentra en la GDB, junto con los dataset, esta tiene la facultad de almacenar el script o código necesario para que la herramienta funcione correctamente, se puede acceder a ella presionando la Toolbox (caja de herramientas, color rojo), para conocer el código solo se debe presionar en editar, en el menú desplegable del script. Este script puede ser modificable por el usuario, teniendo en cuenta la generación de una copia original ante cualquier falla luego de modificarlo. Se puede conocer la información de los datos presionando el script, en la opción Metadata.

```
1  Script documentation
2
3  - Tool parameters are accessed using arcpy.GetParameter() or
4  |           arcpy.GetParameterAsText()
5  - Update derived parameter values using arcpy.SetParameter() or
6  |           arcpy.SetParameterAsText()
7  |
8  """
9  import arcpy
10 from arcpy import env
11 import os
12
13 # Definir entorno
14 aprx = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
15 aprxMap = aprx.listMaps()[0]
16 layers = aprxMap.listLayers()
17 layers = layers[0:len(layers)-2]
18 #limpiar tabla de contenido, pero mantener mapa base
19 for layer in layers:
20     aprxMap.removeLayer(layer)
21 #limpiar tablas
22 tables = aprxMap.listTables()
23 for table in tables:
24     aprxMap.removeTable(table)
25
26
27 def script_tool(predio, id_predio, humedad, id_hum, val_hum, precipitacion, id_pp, vap_pp, temperatura, id_tem, val_tem,
28                 evapotranspiracion, id_evapo, val_evapo, outDirPred, outDirVal, outDirSal, usos, id_usos, val_usos):
29     """Script code goes below"""
30
31     return
32
33 if __name__ == "__main__":
34
35     predio = arcpy.GetParameter(0)
36     id_predio = arcpy.GetParameterAsText(1)
37     humedad = arcpy.GetParameter(2)
```

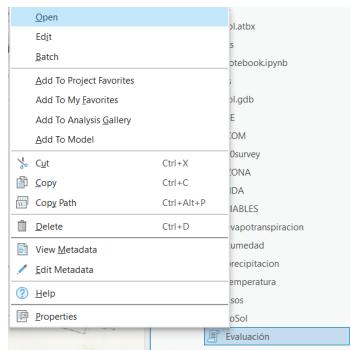


CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO — MANUAL DE USUARIO —

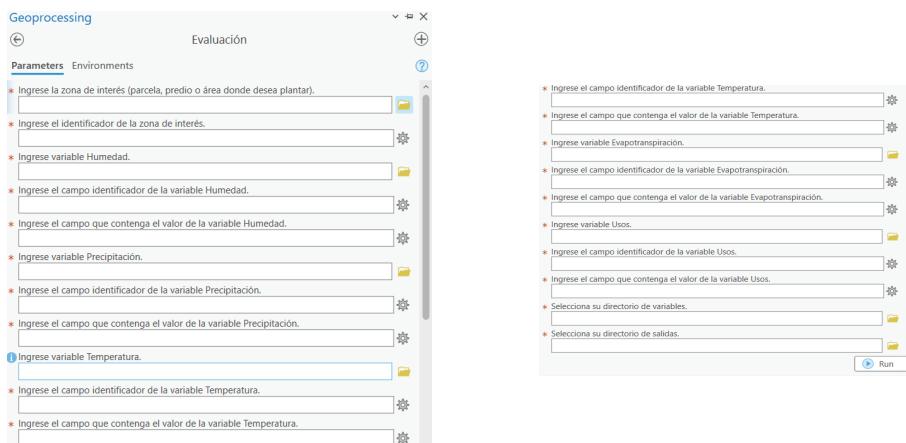
Herramienta

Para acceder al cálculo del índice de riego se debe hacer click en el script antes mencionado, este desplegará un menú donde el usuario podrá ingresar los datos/capas para su análisis.

Se debe seleccionar la opción de abrir para poder gestionar la herramienta y calcular el índice, como se ve en la imagen, se realiza de la siguiente manera.



Luego se deben escoger los parámetros a usar para el cálculo, al abrir la herramienta se muestra una caja donde se deben indicar, hay que tener en cuenta que debe tener el conocimiento de que valores ingresa. Para el identificador es necesario color el campo correspondiente al “id”. El campo que contiene el valor de la variable es el que contiene el número necesario para la evaluación, por lo que seleccionar un campo no referido al valor necesario, el resultado no será considerado efectivo. A continuación se muestra la vista de la caja para insertar los parámetros.



Si utilizará las variables contenidas en la GeoDataBase, tiene que ingresar los siguientes valores para cada parámetro requerido:

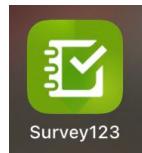
- humedad: Id para el identificador y gridcode para el campo que contiene el valor.
- precipitacion: FID_ para el identificador y VALOR para el campo que contiene el valor.
- temperatura: FID_ para el identificador y VALOR_T para el campo que contiene el valor.
- evapotranspiración: Id para el identificador y gridcode_evap para el campo que contiene el valor.
- usos: ID para el identificador e ID_USO para el campo que contiene el valor.



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Aplicativo móvil

Se presenta el aplicativo móvil en base a la aplicación “Survey 123”, desde un dispositivo móvil. Esta tiene el objetivo de recopilar la información de los predios a estudiar en las herramientas de ArcGIS Pro y Dashboard, para dar una solución al cálculo del índice de riego.



Una vez descargada la aplicación e iniciada su sesión de ArcGIS Online, se puede acceder a la encuesta para completar los datos de su predio mediante el link que se le proporciona, este mostrará la siguiente previsualización donde se puede acceder desde la aplicación o desde la versión en el navegador.



Seleccionada la opción se visualiza la encuesta donde se le solicita la región, provincia y comuna, para posteriormente seleccionar la ubicación del predio.



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO

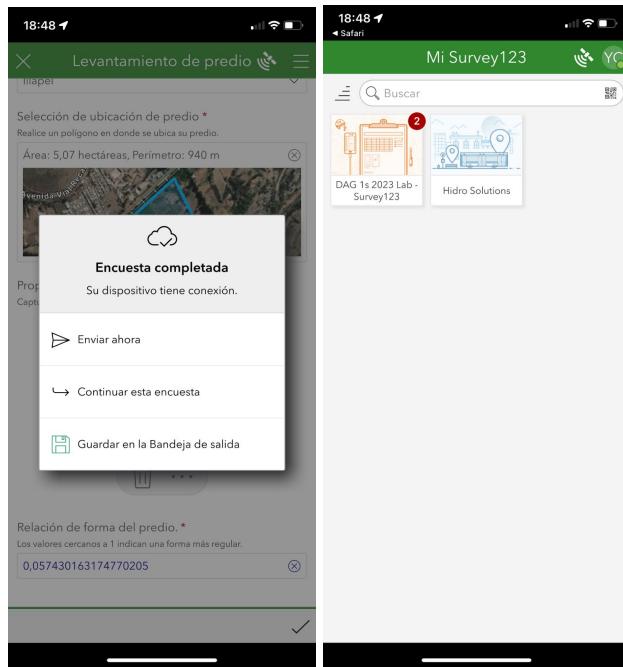
— MANUAL DE USUARIO —

Una vez encontrado el predio se debe seleccionar el polígono encontrado en la esquina inferior izquierda para poder limitarlo a su predio, luego presionar el polígono con ticket de la esquina inferior derecha para verificarlo. Se debe proporcionar una imagen/archivo para visualizar su predio y así tener una referencia visual de él y poder informar mejor al usuario sobre las gestiones realizadas.

Se mostrará el campo de “Relación de forma del predio”, en este se evalúa la forma del polígono de su predio, si este valor es más cercano a 1 tendrá una forma simétrica, de otra manera no, lo cual permite entender mejor la dinámica del terreno. Se debe enviar la encuesta, por lo cual se mostrará el mensaje de “Encuesta completada”, debe seleccionar la opción de “Enviar ahora”. La encuesta quedará almacenada en su Survey, llamada “Hidro Solutions”.

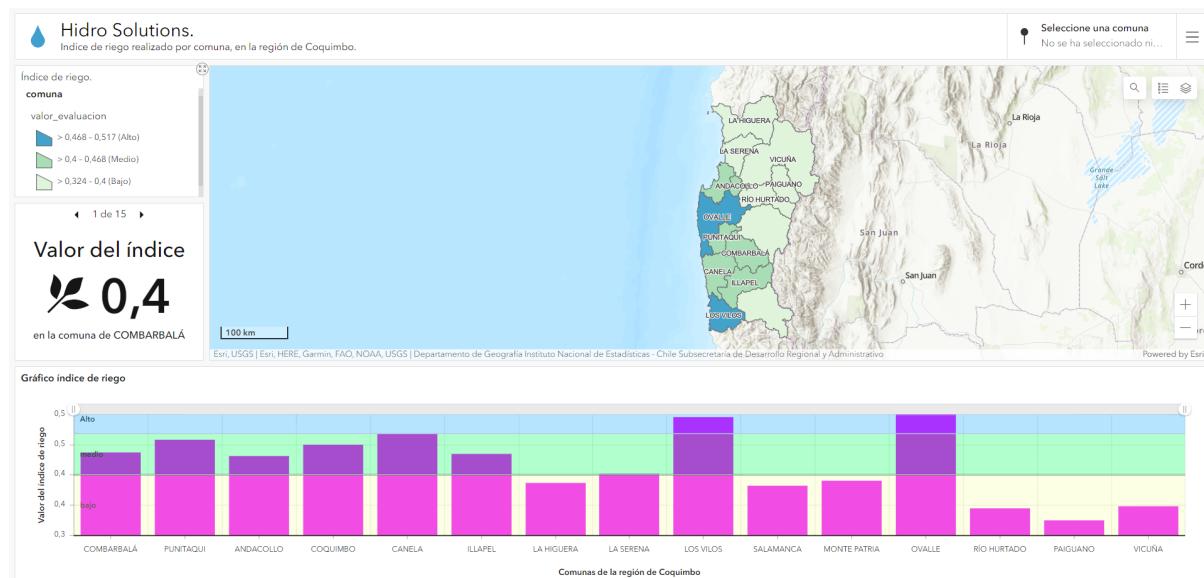


CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO — MANUAL DE USUARIO —



Dashboard

Se presenta Dashboard, el cual contiene información obtenida en base al aplicativo móvil y procesada en ArcGIS Pro previamente. Su objetivo es brindar al usuario una vista y herramienta completa para conocer la información de su predio, así como las variables que involucran las condiciones que proporcionan la probabilidad de riego; humedad, precipitación, temperatura, evapotranspiración y tipo de suelo.



Esta herramienta permite visibilizar los resultados dada la información y datos recopilados gracias al cálculo del índice de riego, en la previsualización se encuentra el mapa donde indica el índice en colores, el cual se traduce con los valores que se encuentran al costado izquierdo de la pantalla, con su respectiva definición bajo-medio-alto, dado el riego que se debe proporcionar en el área. Bajo este se



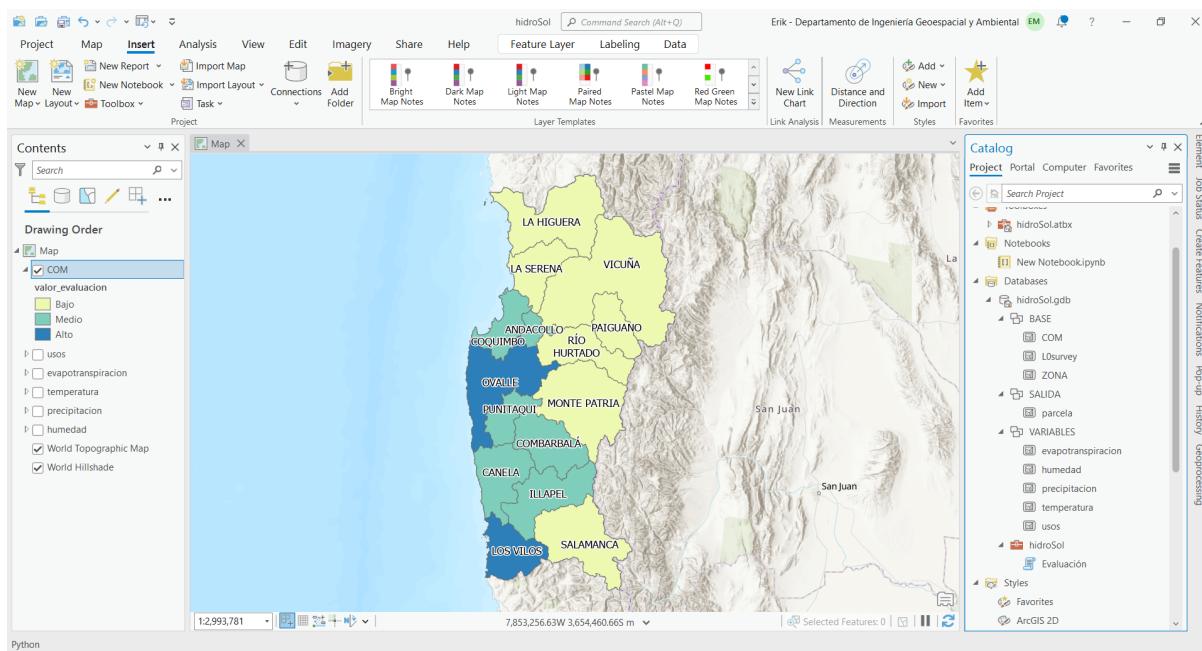
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO

— MANUAL DE USUARIO —

encuentra la información para diferentes comunas (en este caso Combarbalá), donde se muestra el valor porcentual del cálculo del índice. En toda la zona superior se encuentra la gráfica con los valores de las comunas en perspectiva general, aquí se puede ver que comunas tienen un mejor índice de riego, lo que significa que su índice de riego es alto, por lo que las plantaciones a concentrarse en ese lugar no necesariamente necesitan un riego excesivo.

Resultados Herramientas

Luego de ejecutar la herramienta utilizando las comunas de la Región de Coquimbo, se obtiene una vista del resultado, donde el campo “valor_evaluacion” indica el resultado ya normalizado y ponderado por cada variable. Para obtener una visualización acorde al campo se debe hacer cambio de la simbología respecto al campo, obteniendo una vista del panel de esta manera:



A nivel escritorio se puede utilizar la herramienta y obtener resultados para cualquier tipo de área que se quiera analizar, siempre y cuando esté contenida en el Feature Dataset de BASE y pertenezca a la Región de Coquimbo.



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE COQUIMBO
— MANUAL DE USUARIO —

Glosario

Sistema de Información Geográfica (SIG): Tecnología que combina datos geoespaciales con atributos (datos) para permitir el análisis espacial y la posterior visualización de información geográfica.

Índice de Riego: Métrica que evalúa la relación entre el agua disponible y la demanda de agua en la agricultura, permite tomar decisiones informadas sobre el uso del recurso hídrico y la distribución de cultivos.

Geodatabase (GDB): Sistema de gestión de bases de datos que permite almacenar, administrar y analizar datos geoespaciales.

Variables ambientales: Factores del entorno natural que influyen en la agricultura, como precipitación, temperatura, humedad, evapotranspiración y clase de capacidad de uso, relacionado a los suelos.

Capas Temáticas: capas de información en un SIG que representan diferentes atributos geoespaciales, permiten la visualización de datos en mapas.

Normalización de datos: Proceso de ajustar los valores de datos geográficos para que estén en una escala o rango comparable en un contexto SIG, eliminando disparidades en magnitudes y que faciliten la toma de decisiones basadas en información geoespacial.

Dataset: Conjunto de datos relacionados que se almacenan y gestionan como una entidad única en una base de datos.

Feature Class: En el contexto de un SIG, corresponde a una colección de entidades geográficas (punto, línea y polígono) que comparten el mismo tipo de geometría.

Evapotranspiración: Proceso por el cual el agua se evapora desde la superficie del suelo y es transpirada por las plantas.

Polígono: Figura geométrica bidimensional con lados rectos, definida por una secuencia cerrada de segmentos de línea.

Prácticas sostenibles: Métodos y enfoques que buscan reducir el impacto ambiental y mantener la viabilidad a largo plazo de actividades como agricultura,

Package: Archivo que encapsula datos y elementos de un proyecto SIG para facilitar el intercambio y la colaboración.